
BOSTON PUBLIC LIBRARY
3 9999 10256 008 1


·BOSTON·PUBLIC·LIBRARY·
1819·ROBERT·CHARLES·BILLINGS·1899
From the income of the
Robert Charles Billings
Fund
S·L·S MAY 1903



Döbner-Nobbe.

Döbner's
Botanik für Forstmänner.

Nebst einem Anhange:
Tabellen zur Bestimmung der Holzgewächse
während der Blüthe und im winterlichen Zustande.

Vierte Auflage,

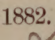
vollständig neu bearbeitet von

Dr. **Friedrich Nobbe,**
Professor an der Kgl. Sächs. Forstakademie und Vorstand der pflanzenphysiologischen Versuchs- und Samencontrol-Station zu Tharand, Redakteur der „Landw. Versuchs-Stationen".



Mit 430 in den Text gedruckten Holzschnitten.

Berlin.
Verlag von Paul Parey.
Verlagshandlung für Landwirthschaft, Gartenbau und Forstwesen
1882.



Billings
Jan. 9, 1917
5

Vorwort zur vierten Auflage.

Gern übernahm der Unterzeichnete den vom Herrn Verleger im Einverständniß mit dem Herrn Verfasser ergangenen Antrag zur Neubearbeitung des vorliegenden, in seinen früheren Auflagen mir vortheilhaft bekannten Lehrbuches.

Allerdings wurde die an sich etwas mißliche Aufgabe, fremdes Werk auszubauen, im gegebenen Falle noch einigermaßen erschwert durch den Umstand, daß seit dem Erscheinen der letzten (3.) Auflage mehr als ein Decennium verflossen war, in einer Epoche, wo die Wissenschaft vom Pflanzenleben, auch in ihrer Beziehung zur forstlichen Praxis, einen so großen Entwicklungsschritt genommen. Die Druckvollendung der vierten Auflage wurde überdies um mehrere Jahre verzögert durch den begründeten Wunsch des Herrn Verlegers, daß das Werk möglichst ausgiebig mit guten (bisher gänzlich mangelnden) Abbildungen ausgestattet werde.

Die eingefügten Holzschnitte sind in ihrer überwiegenden Mehrzahl Originalzeichnungen, und diese sind, soweit sie mikroskopische Gegenstände darstellen, vom Unterzeichneten gefertigt, die makroskopischen dagegen zumeist nach dessen Präparaten, Skizzen und Anweisungen von den Herren Maler C. F. Seidel in Dresden und L. Theodhar in Leipzig ad nat. auf Holz gezeichnet und unter Aufsicht des Herrn Professor H. Bürkner in Dresden geschnitten worden.

Die Neubearbeitung der vierten Auflage eines Lehrbuches konnte meines Erachtens nicht wohl darin ihre Aufgabe erblicken, die äußere Anlage und die Darstellungsform, durch welche das Buch sich Freunde erworben, von Grund aus umzugestalten. Einzelne Abschnitte allerdings, z. B. die Physiologie, mußten vollständig neu gearbeitet werden; in der Anordnung

wiewohl es auch Formen automatischer pflanzlicher Bewegungserscheinungen giebt (Hedysarum gyrans, Seitenblättchen), für deren Zustandekommen die genannten Factoren nicht maßgebend sind.

Die Pflanzen „wachsen" ihr ganzes Leben hindurch, indem sie beständig ihr Volumen vermehren, das eine oder andere zur Lebensthätigkeit bestimmte Organ erneuern oder vergrößern. In der Periode winterlicher Ruhe sind die unterirdischen Organe der Bäume unausgesetzt thätig. Selbst wo — im Keimprozeß — eine geringe Abnahme der Trockensubstanz constatirt werden kann, wird das Volumen vermehrt.

Thiere und Pflanzen stehen in inniger Wechselwirkung auf Erden. Aber das Pflanzenreich ist selbstständiger, da die Thiere behufs ihrer Ernährung in der Hauptsache auf bereits organisirte Substanz angewiesen sind, während die Pflanzen ihre tropfbar flüssige oder gasförmige, jedenfalls unorganische Nahrung unmittelbar dem Boden und der Atmosphäre entnehmen und assimiliren. Eine Ausnahme hiervon machen natürlich die echten Parasiten, die Wurzelschmarotzer und die Fäulnißbewohner (Saprophyten), sowie die neuerdings durch Darwin, Reeß, Drude u. A. näher beleuchteten höheren Gewächse, welche mittelst gewisser oberirdischen Organe kleine Insecten festzuhalten und auszusaugen vermögen.[1]) Sogar die Existenz der Menschen ist durch die Pflanzenwelt bedingt, indem dieselben nicht nur unmittelbar oder mittelbar ihre Nahrung aus dem Pflanzenreiche schöpfen, sondern auch, abgesehen hiervon, die Erhaltung und Vervollkommnung des Menschengeschlechts nur unter der Bedingung des Vorhandenseins der Pflanzen denkbar ist.

Des Einflusses, welchen die Vegetation auf die landschaftliche Physiognomie einer Gegend, auf die klimatischen Zustände, die Fruchtbarkeit und Bewohnbarkeit derselben ausübt, sei nur im Vorübergehen gedacht.

Bedingungen des Pflanzenlebens.

Leben und Gedeihen der Pflanzen ist abhängig vom Boden und der Atmosphäre als Substraten für die räumliche Ausbreitung der Organe und als Trägern der Nährstoffe; von der Schwerkraft; von den als „Licht", „Wärme" und „Electricität" sich bekundenden Aetherschwingungen, welche in der Pflanzenzelle in lebendige Spannkraft umgesetzt werden.

Der Culturboden.

An ihrem Boden haftet die Pflanzenwurzel. In seinen geologischen Grundbestandtheilen bietet derselbe einen mehr oder minder festen Halt bei Sturm und Schneedruck, zugleich aber in einigen seiner Mineralstoffe, einschließlich des Wassers, einen großen Nahrungsbehälter dar.

[1]) Ch. Darwin: Ueber insectenfressende Pflanzen. Aus dem Englischen von J. V. Carus. Stuttgart 1876.

Die mineralischen Nährstoffe der Pflanzen machen einen sehr kleinen Bruchtheil des gesammten Bodenkörpers aus.

Doch ist hiermit die Beziehung des Bodencharakters zum Pflanzenwuchs bei weitem nicht erschöpft. Dem Culturboden wohnen gewisse physikalische Kräfte bei, welche für die Vegetationskraft kaum minder bestimmend sind, als die Anwesenheit pflanzenernährender Mineralstoffe.

Der Culturboden, als Verwitterungsproduct, ist ein Aggregat discreter, mit Attractionskräften begabter, durch Lufträume von einander getrennter Partikeln von ungleicher Größe. Mittelst der mechanischen Bodenanalyse (Abschlämmen oder Sedimentiren) lassen sich die gröberen Bestandtheile — das „Bodenskelett" — von der „Feinerde" trennen. Die Feinerde besteht aus „Staub" und „Feinsand"; das Bodenskelett aus „Grobsand", „Feinkies" (von der Größe des Rübsamen), „Mittelkies" (vom Korn des Coriandersamen) und Grobkies (Erbsengröße).[1] An der Feinerde haften in höchstem Maße die wichtigsten jener physikalischen Kräfte der Erde, welche auf das Pflanzenwachsthum von Einfluß sind: Wärmecapacität, Wärmeleitung, wasseranziehende, wasserhaltende Kraft, Capillarität, Absorption von Gasen und Mineralstoffen ꝛc.

Die Bodenwärme ist nicht in gleichem Maße, wie die Lufttemperatur, von der Insolation und den herrschenden Luftströmungen abhängig. Die tiefer streichenden Baumwurzeln ressortiren schon von der inneren Erdwärme, sie wachsen in einer im Lauf des Jahres und Tages constanteren und höheren Temperatur. Die Farbe des Bodens, dessen Durchfeuchtung, nicht minder der Humusgehalt, nehmen Einfluß auf die Bodenwärme. Die Wärmecapacität (specifische Wärme) der verbreitetsten Mineralbestandtheile beträgt (nach Pfaundler und Platter)[2] nur etwa $^1/_5$ der specifischen Wärme des Wassers. Die größte Wärmecapacität besitzen die in Verwesung begriffenen organischen Bestandtheile, der Humus. Es gehört nicht zu den geringsten Vortheilen einer organischen Bodendecke, daß sie den oberflächlichen Schichten an sich, sowie durch ihr Wasserzurückhaltungs-Vermögen und durch die Verwesung eine gleichmäßigere und erhöhte Wärme sichert. Den Humusgehalt eines Bodens vermehren, heißt dessen Wärmecapacität erhöhen.

Auch die Wärmeleitung in einem gegebenen Boden ist abhängig von dem geognostisch-chemischen Charakter desselben. Unter den vier Hauptgemengtheilen des Bodens: Quarz, Kaolin (Thon), Humus und Kreide, leiten — gleichen Wassergehalt vorausgesetzt — der Quarz die Wärme am besten, der kohlensaure Kalk am wenigsten; das Kaolin und der Humus nehmen in dieser Hinsicht eine mittlere Stufe ein. Setzt man die Wärmeleitungsfähigkeit des Quarz = 100, so berechnet sich die beobachtete relative Wärmeleitungsfähigkeit des Kaolin = 90_7; des Humus = 90_7; der Kreide = 85_2.[3])

Die Absorptionsfähigkeit des Bodens erstreckt sich einestheils auf atmosphärische Gase: Kohlensäure, Wasserdampf, Ammoniak, salpetrige Säure ꝛc., an-

[1]) W. Knop, die Bonitirung der Ackererde. Leipzig 1873.
[2]) Ann. d. Landw. i. Preußen, Monatsbl. 1870. 52; 52. —
[3]) E. Pott, „Die Landw. Versuchs-Stationen" 20, 303.

dererseits auf eine Anzahl mineralischer durch Düngung eingeführter oder durch die Verwitterung des Grundgesteines löslich gewordener Substanzen.

Die Absorption von Mineralstoffen ist erst in neuerer Zeit klar gestellt worden. Diese Aufklärung hat zugleich ein helles Licht auf das Verhältniß der Wurzeln zum Boden und auf die Art der Aufnahme der Nährstoffe geworfen. Im Jahre 1836 beobachtete der Apotheker Bronner zu Wiesloch, daß gefärbtes Mistwasser, durch Thon filtrirt, entfärbt abfließe. Schon vor Bronner hatte, wie A. Orth erinnert,[1]) Gazzeri in Florenz ähnliche Erscheinungen wahrgenommen. Im Verfolg dieser Beobachtungen stellten darauf mehrere englische Chemiker (Way, Thompson, Huxtable, Völcker) die Thatsache fest, daß einer verdünnten Lösung von Kali, Ammoniak &c. beim Filtriren durch Boden das Kali entzogen wird, indem nur reines Wasser abfließt. Wassernachguß vermag von den so „absorbirten“ Stoffen wesentliche Mengen nicht wieder aufzulösen. Justus v. Liebig hat sodann die Erscheinung in ihrer allgemeinen Beziehung zum Pflanzenleben beleuchtet,[2]) und die deutschen Versuchs-Stationen sind es vornehmlich gewesen, welche die Absorptionskraft verschiedener Bodenarten für die einzelnen Mineralstoffe auf Zahlenausdrücke gebracht haben. Neuerdings hat auch J. M. van Bemmelen[3]) einen sehr förderlichen Beitrag zu der Frage geliefert. Am stärksten wird das Kalium vom Boden absorbirt, sodann Ammonium, Magnesium, Natrium, Calcium. Von Säuren namentlich Phosphorsäure; minder energisch Kohlensäure; fast nicht Salpetersäure.

Die russische „Schwarzerde“ (Tschernosem) und andere um ihrer Fruchtbarkeit willen berühmte Schwarzerden sind durch ein hohes Absorptionsvermögen ausgezeichnet. Die Absorption einer Erde steigt mit der Zunahme ihrer basischen (zeolithischen) in Salzsäure löslichen Silicate, welche Kalk, Natron, Magnesia, Kali enthalten (Knop; van Bemmelen). Gleichwohl können Bodenarten mit hoher Absorption sehr unfruchtbar sein (Serpentinboden!), da die Fruchtbarkeit von diesem Factor allein nicht abhängt. Der Humusgehalt eines Bodens ist bei dessen Absorptionsfähigkeit für Mineralstoffe an sich unbetheiligt; der Humus absorbirt weder Kali, noch Ammoniak, noch Phosphorsäure.

Liebig faßte die Absorptionserscheinungen als wesentlich physikalische Phänomene — Flächenattraction — auf, analog der Bindung von Farbstoffen in der Kohle und von Jod im Stärkekorn. Way suchte sie dagegen als chemische Bindungen zu verstehen. Neuere Beobachtungen machen es wahrscheinlich, daß die Ursachen der Absorption verschieden seien. Die Phosphorsäure z. B. geht einfach, wenn sie gelöst in den Boden gelangt, mit den dort vorhandenen Erdbasen und schweren Metallen im Wasser unlösliche Verbindungen ein. Die bei der Absorption des Kali und des Ammoniaks beobachteten Erscheinungen dagegen lassen sich aus der chemischen Affinität allein nicht erklären.

Die Chlorüre, Nitrate und Sulphate der Alkalien und alkalischen Erden

---

[1]) A. Orth, Landw. Vers.-Stationen, **16**, 65.

[2]) Ueber das Verhalten der Ackerkrume zu den im Wasser löslichen Nahrungsstoffen der Pflanzen. München 1858.

[3]) Landw. Vers.-Stationen **21**, (1877) 135—191.

sind es nach van Bemmelen, welche hauptsächlich in Folge des Gehaltes der Ackererde an basischen (zeolithischen) in Salzsäure löslichen Silicaten absorbirt werden, indem das in letzteren enthaltene CaO, Na_2O, MgO, K_2O mit den Oxyden der Salzlösung ausgewechselt werden. Dagegen werden die Hydrate, Carbonate und Phosphate der Alkalien stärker, als das Kali aus Chlorüren, Nitraten und Sulphaten, absorbirt. Es ist wahrscheinlich, daß dabei auch Absorption ohne Auswechselung stattfindet.

In erster Linie berührt den Forstwirth die Thatsache, daß eine Anzahl Mineralstoffe, unter ihnen einige kostbare pflanzliche Nährstoffe, im Boden, außer im gelösten und andererseits im unverwitterten Zustande, noch in einer dritten, im Wasser unlöslichen oder doch sehr schwer löslichen, den Pflanzenwurzeln aber zugänglichen (assimilirbaren) Modification verbreitet sind. Meteorische Niederschläge sind nicht im Stande, die „absorbirten" Stoffe in die Tiefe, in die Drains, Abzugsgräben und Quellen hinabzuführen. Teleologische Betrachtungen an diese Thatsachen anzuknüpfen, ist müßig; denn einestheils werden Schwefelsäure, Salzsäure und Salpetersäure, sehr wichtige Nährstoffe, vom Boden nicht oder kaum zurückgehalten; andererseits unterliegen Stoffe, welche dem Pflanzenleben gleichgültig, wo nicht notorische Pflanzengifte sind, wie Kupfer[1]), Arsen[2]), der Absorption!

Ueberhaupt steht der Forstwirth den Absorptionskräften doch etwas anders gegenüber, als der Feldwirth. Daß der Humus, wie oben bemerkt, weder Kali, noch Ammoniak, noch Phosphorsäure absorbirt, kann den tief streichenden Wurzeln des Hochwaldes nur willkommen sein. Aus demselben Grunde ist auch der Umstand, daß die Salpetersäure der Absorption fast gar nicht unterliegt, wie nachtheilig dieser Umstand für die Ackergewächse sei, den Waldbäumen weniger ungünstig. Denn das Ammoniak der Erdkrume, möge es durch Verwesung stickstoffhaltiger organischer Substanzen entstanden, durch atmosphärische Niederschläge, durch Absorption oder durch künstliche Zufuhr eingeführt sein, wird binnen Kurzem in Salpetersäure umgebildet. Für das Zustandekommen dieser Umbildung ist 1) Dunkelheit und 2) die Anwesenheit gewisser nitrificirender Organismen eine nothwendige Voraussetzung. Lichtzutritt[3]) oder die Gegenwart von Stoffen, welche die Entwicklung von Bacterien hindern (Carbolsäure, Schwefelkohlenstoff, Chloroform),[4]) hindern auch den Proceß der Nitrification. Andererseits ist eine Zufuhr von Kalk oder Kali der Salpetersäure-Bildung prädisponirend günstig.

In der Form der Salpetersäure gelangt sonach der Stickstoff des Verwesungsproducts der pflanzlichen Bodendecke in die tieferen Wurzelräume, welche aus eigenen Mitteln wenig davon zuzusetzen hätten. Thatsächlich pflegt der Waldboden im Ober- und Untergrund ungleich geringere Salpetersäure-Mengen zu enthalten, als das Culturfeld (Boussingault, Schlösing[5])).

---

[1]) F. Nobbe, Landw. Vers.-Stat. **15**, 273.
[2]) Gorup-Besanez, Ann. d. Chem. u. Phys. **127**, 243.
[3]) Schlösing und Müntz, Compt. rend. **84**, 301.
[4]) Rob. Warington, Landw. Vers.-Stat. **24**, 161. Alex. Müller, ebenda 455.
[5]) Compt. rend. **73**, (1871), 1326.

Da nun aber nicht nur die mannichfachen Bodenarten die wesentlichen mineralischen Nährstoffe der Pflanzen in verschiedenem Verhältnisse enthalten, und ihr Absorptionsvermögen für die wichtigsten Nährstoffe ein verschiedenes ist; sondern auch verschiedene Pflanzen die mineralischen Nahrungsstoffe in ungleichem relativen Verhältniß zu ihrem Gedeihen verbrauchen: so beherbergen im Allgemeinen auch wesentlich verschiedene Bodenarten verschiedene Pflanzenarten, und gedeihen dieselben Pflanzenarten nicht auf jedem Boden gleich gut. Dies um so mehr, als auch die physikalischen Eigenschaften des Bodens, welche gleichfalls von wesentlichem Einflusse auf das Gedeihen der Pflanzen sind, — zum großen Theil von seiner chemischen Beschaffenheit bedingt werden. Die günstigen Resultate des Fruchtwechsels, und theilweise wohl auch jene, welche aus diversen Holzarten gemischte Waldungen liefern, haben ihren Grund darin, daß jede Pflanzenart die im Boden enthaltenen mineralischen Nährstoffe diesem in verschiedenem Verhältnisse entzieht. Dem widerspricht keineswegs die Thatsache, daß viele Gewächse im Stande sind, die kleinsten in dem Wurzelmedium vertheilten Mengen gewisser Mineralstoffe in sich aufzusammeln. Die Asche mancher Pflanzen von Thonboden, der kaum Spuren von Kalk enthält, ist verhältnißmäßig reich an Kalk, einige Meeresalgen enthalten bis zu 3,62 Procent ihrer Asche an Jodnatrium, obgleich das Meereswasser kaum nachweisbare Mengen Jod enthält rc.[1])

Von der größten Wichtigkeit ist die Bodenbeschaffenheit für das Gedeihen der Culturpflanzen, welche man in möglichst großer Menge und Vollkommenheit auf gegebenem Raume erziehen will. Hier kommt es vorzüglich darauf an, für die verschiedenen Culturpflanzen die passende Bodenart auszuwählen und zu verbessern. Sterben die Pflanzen, wie dies bei den wildwachsenden im Allgemeinen der Fall ist, an dem Orte ihrer Entstehung ab, so gelangen bei ihrer Verwesung die von ihnen dem Boden entzogenen Mineralstoffe wieder in den Boden und dienen einer neuen Generation zur Nahrung. Der Urwald regenerirt seine „Bodenkraft" immer auf's Neue. Wenn wir aber mit unseren Culturpflanzen dem Boden gewisse Mengen mineralischer Pflanzennährstoffe definitiv entnehmen, so muß derselbe, da in ihm diese Stoffe nicht in entsprechendem Verhältnisse durch Verwitterung des Untergrundes wieder frei werden, nach und nach daran erschöpft und unfruchtbar werden. Deshalb müssen wir diese Stoffe dem Culturboden auf irgend eine Weise wieder zuführen, und dies geschieht durch die natürliche oder künstliche Düngung. Dem Acker wird im Stalldünger ein Bruchtheil der ihm durch die Culturpflanzen entzogenen mineralischen Stoffe wieder zugeführt, da dieselben im producirenden thierischen Organismus nur theilweise festgelegt, zum Theil aber im Urin und Koth wieder abgeschieden werden. Die Unzulänglichkeit des Stallmistes auf producirenden Feldern ist längst anerkannt. Durch Guano, Knochenmehl, phosphorsaure Kalkerde, Kali- und Ammoniaksalze und andere sogenannte künstliche Düngerarten pflegt der Stalldünger theilweise ersetzt und resp. ergänzt zu werden.

[1]) Vgl. James, Ann. Chem. Pharm. 59, 352 und Gädechens ebend. 54, 350.

Im Walde stellt die aus abgefallenen Blättern und Zweigen und den Residuen der lebenden Bodendecke bestehende „Streu“ in gewisser Beziehung das Analogon des Stalldüngers dar. Nicht mehr. Auch hier ist der Ersatz unvollständig, da das Blatt vor dem Abfalle den größten Theil seines Gehaltes an Pflanzennährstoffen, namentlich an Kali und Phosphorsäure, durch Rückwanderung in die schließlich exportirten Stammorgane, verliert. Dazu kommt, daß die Verwesungsproducte der Bodendecke die tiefen Regionen, in denen sie von den Wurzeln der Bäume wieder aufgenommen werden könnten, nicht erreichen, indem sie der Hauptmasse nach von den oberflächlichen Bodenschichten absorbirt werden. Dennoch übt eine wiederholte Abfuhr der Streu jederzeit, in der Regel schon die vereinzelte Entnahme, auf die Productionsfähigkeit des Bodens den handgreiflichsten Nachtheil aus. In chemischer Beziehung deshalb, weil in der Streu dem Boden, neben Mineralstoffen, eine Menge organischer Stoffe zugeführt werden, durch deren Verwesung wichtige Nahrungsstoffe der Pflanzen, namentlich Ammoniak, entstehen. Auf die gleichzeitig gebildete Kohlensäure (geschweige das so entstehende Wasser) ist zwar aus später zu entwickelnden Gründen ein Gewicht nicht zu legen; wohl aber wird die Verwesungs-Kohlensäure dadurch von hoher Bedeutung, daß sie mit den meteorischen Wassern in die Tiefe geführt, zur Verwitterung und Aufschließung des Untergrundes beiträgt. Bei gleichzeitiger Anwesenheit von Alkalien oder alkalischen Erden, insbesondere des fast nirgend fehlenden Kalkes, geht der Verwesungsprozeß der organischen Substanzen nicht nur rascher von statten, wenn selbstverständlich die übrigen hierzu erforderlichen Bedingungen, namentlich Luftzutritt, Feuchtigkeit und Wärme, nicht fehlen, sondern es wird unter ihrer Einwirkung zugleich das Ammoniak rascher in Salpetersäure verwandelt. Letztere wird aber, wie oben bemerkt, vom Boden nicht absorbirt, vielmehr mit Kalk und Bittererde verbunden durch das Regenwasser in die Tiefe geführt, wo sie zur Aufschließung der Gesteine wesentlich beiträgt und den tiefer in den Boden eingedrungenen Wurzeln der Waldbäume, denen das in den oberen Bodenschichten zurückgehaltene Ammoniak nicht zugänglich sein würde, den erforderlichen Stickstoff liefern kann.

Von noch größerer Bedeutung ist die physikalische Bedeutung der Waldstreudecke. Sie schützt den Boden vor übermäßiger Einwirkung der Wärme und der davon bedingten allzustarken Austrocknung. Der aus ihrer Verwesung zunächst hervorgehende „Humus“, die noch in Verwesung begriffene Pflanzensubstanz, hält in Folge seines großen Absorptionsvermögens für Wasser und Wasserdampf nicht nur die Feuchtigkeit im Boden zurück, sondern führt demselben auch Wasser aus der Atmosphäre zu; und da er vermöge seiner dunkeln Farbe von der Sonne stärker erwärmt wird, und durch den beständig in ihm stattfindenden Verwesungsprozeß auch selbst Wärme erzeugt, so sichert er auch dem Boden, wenigstens in dessen oberen Schichten, eine größere und gleichmäßige Erwärmung, während er zugleich zur Lockerung des Bodens beiträgt und die dem verwesenden Laube beigemengten Zweige auch dessen allzufestes Zusammensetzen verhindern.

Das Wasser.

Der Boden enthält gasförmiges und tropfbar flüssiges Wasser. Von letzterem sind wiederum vier Formen zu unterscheiden: 1) fluthendes Wasser, welches vorübergehend oder dauernd die größeren Bodenräume ausfüllt — vorübergehend in Regenperioden bei durchlässigem, dauernd bei undurchlässigem Untergrunde; 2) capillarisch gebundenes Wasser, das in den feineren Zwischenräumen um so energischer zurückgehalten empor- und abwärts steigt, je feiner die Bodentheilchen sind (Humus, Thon); 3) hygroskopisches, erst bei höheren Temperaturen verdunstendes; endlich 4) chemisch gebundenes, nur der Glühhitze weichendes Wasser.

Das Wasser ist einestheils ein directer pflanzlicher Nährstoff und der hauptsächliche Lieferant des Wasserstoffs für den Pflanzenkörper, dem gegenüber das Ammoniak oder complexere Substanzen kaum in Betracht kommen. Indem ein Wasseratom in der durchleuchteten Zelle sich zersetzt und in seine Elemente, H_2 und O, zerlegt wird, tritt der Wasserstoff unmittelbar in die feste Stoffmasse ein, zum Aufbau der Gewächse beitragend, während der Sauerstoff, zugleich mit dem aus der zersetzten Kohlensäure stammenden, ganz oder theilweise an die Atmosphäre ausgeschieden wird.

Das Wasser ist ferner ein unentbehrlicher Inhaltsbestandtheil der lebenden Zelle, deren Actionen nur unter seiner Mitwirkung sich vollziehen. Die Transspiration, welche den Wasserbestand continuirlich lebhaft erneut, regulirt zugleich die Wärme des Pflanzeninnern. Das Wasser ist endlich im Boden ein Lösungsmittel für die absorbirten Nährstoffe. Denn die im Boden circulirende Flüssigkeit ist kein reines Wasser. Sie ist beladen mit Kohlensäure und Salzen nicht absorbirbarer Basen und Säuren. Es steht aber experimentell fest, daß kohlensäurehaltiges oder mit Kalk-, Natron- und Magnesiasalzen beladenes Wasser eine gesteigerte Lösungskraft für absorbirte Nährstoffe erlangt. In der Kochsalzlösung z. B. besitzen wir ein Vehikel, das in den oberflächlichen Bodenschichten absorbirte und in reinem Wasser unlösliche Kali zu deplaciren und in tiefere Bodenschichten überzuführen.[1] Es erklären diese Beobachtungen den bisweilen günstigen Erfolg von Düngemitteln, welche pflanzliches Nährstoffmaterial nicht darbieten.

Ihren Wasserbedarf vermag die Pflanze wesentlich nur aus dem Boden zu decken. Feuchte Luft, Regen und Thau mit den oberirdischen Organen in Verbindung gebracht, vermögen wohl die Transspiration zeitweilig zu hemmen, und dies ist unter Umständen von hohem Werthe; die direct von der cuticularisirten Epidermis aufgenommenen Wassermengen kommen aber für das Bedürfniß der Pflanze, gegenüber der Lieferung durch die Wurzeln, durchaus nicht in Betracht.

Für die Culturpflanze ist in erster Linie das capillarisch gebundene Bodenwasser von Bedeutung. Einen dauernden Ueberschuß an „fluthendem" Wasser ertragen nur bestimmte Kategorien von Gewächsen. Nicht als ob die Wurzel außer Stande wäre, ihre Nährstoffe einem tropfbar flüssigen Medium zu entnehmen. Die zahlreichen Meeres- und echten Süßwasserpflanzen können zwar als Beweis

---

[1] A. Frank, Landw. Verf.-Stat. 8, 45.

hierfür eben so wenig beigezogen werden, wie die Sumpf-, Moor- und Schlammpflanzen, da sie der Accommodation an festen Boden unfähig sind, wohl aber die Ergebnisse der „Wasserculturen", mittelst deren es gelingt, die Mehrzahl der krautartigen Culturgewächse vom Samen bis zur Fruchtreife, Holzgewächse wenigstens eine Reihe von Jahren hindurch vortrefflich gedeihen zu lassen. Eine Erle, welche auf diesem Wege zu Tharand erzogen wurde, hatte im zweiten Lebensjahre bereits am 2. September eine Stammhöhe von $1{,}_{157}$ m und 35 Aeste gebildet. Die Blätter, 270 an der Zahl, waren bis 150 mm lang bei 145 mm Breite; ihre Gesammtfläche betrug $4{,}_{2}$ qm. Im October des dritten Lebensjahres besaß dieselbe Pflanze eine Höhe von $1{,}_{717}$ m, einen unteren Stammumfang von 125 mm und 1208 Blätter. Eine Birke in Wassercultur brachte im 6. Lebensjahre drei männliche Kätzchen hervor, welche normal gebildeten Pollen verstäubten. Ist es sonach an sich völlig gleichgültig, ob jene Pflanzen ihre Wurzeln in einem festen oder tropfbar flüssigen Mittel ausbreiten, so muß die nachtheilige Wirkung fluthenden Wassers im Boden anderswo gesucht werden. Dieser Grund liegt sehr nahe. Es ist der Mangel an Sauerstoff, welcher in mit Wasser übersättigtem Boden die Bildung von organischen Säuren (Huminsäure 2c.) und niederen Oxydationsstufen der Mineralstoffe bedingt; die letzteren aber sind der Vegetation schädlich.

Außer dem capillarisch gebundenen ist auch dem gasförmigen Bodenwasser ein nicht zu unterschätzender Antheil an der Versorgung der Pflanzen zugewiesen, wobei die Wurzelhaare, wo solche vorhanden, eine Vermittlung übernehmen. Ausreichend ist diese Quelle allein nicht. Julius Sachs constatirte, daß Pflanzen, welche mit ihren Wurzeln in einem gesättigt feuchten Raum suspendirt waren, noch Gewichtsverluste erlitten, wodurch jedenfalls bewiesen sein dürfte, daß Ausgabe und Einnahme nicht balancirten. Andererseits schließt Adolf Mayer aus Versuchen über die Wasserverdichtung in der Ackererde, daß das thatsächlich bestehende Condensationsvermögen trockener Ackererde unter den realen Verhältnissen zum Wohl der Pflanzen nicht in Betracht komme, weil diese schon viel zu weit heruntergekommen seien, um davon Nutzen zu ziehen, noch ehe die Erden auf dem Condensationspunkt angekommen seien. Das Gewicht der vorstehenden Beobachtungen ist nicht zu unterschätzen. Eine andere Frage aber ist die, ob stark behaarte Wurzelfasern in den mit Wasserdampf erfüllten Bodenzwischenräumen, zu Gunsten der Wasserversorgung der Pflanze, bethaubar seien. Die Wurzelhaare, welche bei manchen Pflanzen die Wurzelfläche um das Vielfache vergrößern, sind ausgezeichnete Apparate der Wärmestrahlung und müssen Temperaturdifferenzen zwischen ihrer Oberfläche und der Bodenluft herbeiführen. Auch findet man dieselben mit mikroskopischen Wassertröpfchen dicht besetzt, — namentlich wenn eine Pflanze in wärmere Luft übertragen wird.

Unzweifelhaft entnimmt also die Pflanze ihre Nährstoffe theils einer Lösung, theils direct von der absorptiv beladenen Bodenkrume, mit welcher die Wurzeln in unmittelbare Berührung treten. Die Begriffe „assimilirbar" und „gelöst" sind demnach nicht identisch. Ersterer ist der weitere Begriff; er umfaßt zugleich die absorbirten Stoffe. Das Verhältniß, in welchem diese beiden Vorgänge zu einander stehen,

d. h. das Maß, in welchem die Aufnahme der an der Krume haftenden Nährstoffe zur Ernährung der Pflanze beigezogen werden muß, ist offenbar abhängig von der Concentration, in welcher die Mineralstoffe in der Bodenflüssigkeit vorhanden sind. Diese Concentration ist aus leicht begreiflichen Ursachen direct nicht wohl zu bestimmen. Die Extraction der Bodenflüssigkeit setzt die Anwendung einer sie verdünnenden, vielleicht auch neue Mengen auflösenden Wassermenge voraus; denn die Auspressung der Bodenfeuchtigkeit hat doch auch ihre Bedenken. Die Lysimeterversuche[1]) von Fraas und Zöller sind vielfach lehrreich; die obschwebende Frage lösen sie nicht. Jedenfalls ist die Concentration der Bodenlösung an Nährstoffen sehr gering. Sie muß mit den oft hochgradigen Schwankungen der Wassermengen im Boden in gewissem Grade variiren. Große Regenmengen verdünnen, Trockenheit concentrirt die Bodenlösung. Doch trifft diese Variation in erheblichem Grade nur die nicht absorbirbaren Stoffe, während die der Absorption zugänglichen in eben dieser Bodenkraft ihr Correctiv finden; denn je concentrirter eine Lösung von Kali, Phosphorsäure, Ammoniak &c. ist oder wird, desto größere Mengen vermag die Krume ihr zu entziehen: vorausgesetzt, daß nicht die letztere in Bezug auf den betreffenden Mineralstoff bereits absorptiv gesättigt ist. Der natürliche Acker- oder Waldboden ist jedenfalls weit entfernt von solchem Sättigungszustande. In einer mit Kali ganz gesättigten Erde[2]) vermöchte kein Culturpflanze zu wachsen; unter Umständen bietet schon eine halbgesättigte Erde einen unzusagenden Wurzelraum.[3])

Nicht nur die Meeresalgen befinden sich wohl und gedeihen zu colossalen Dimensionen[4]) in einem flüssigen Wurzelmedium von sehr hohem Mineralstoffgehalt. Auch für die Mangrove-Bäume, Rhizophora, scheint das Seewasser Lebensbedingung zu sein. Das Wasser des Atlantischen Oceans ergab in verschiedenen Proben 3,2585 bis 3,8422 Procent[5]), das Mittelländische Meer 3,7655 Procent[6]), die Nordsee 3,3752 bis 3,1383 Procent, der Stille Ocean 3,2752 bis 3,5233 Procent festen Rückstandes. Dagegen ist das Todte Meer mit einem Salzgehalt von 21,729 Procent (nach Marchand)[7]) resp. von 13,8790 Procent (nach Moldenhauer)[8]) vegetationslos. Die (echten) Süßwasserpflanzen in Gräben, Teichen, Sümpfen und Moorwasser müssen mit einem unendlich bescheideneren Nährstoffquantum ihres Wurzelmediums haushalten. Das Wasser von künstlichen Sümpfen enthält nach Liebig[9]) 0,03 Procent, Moorwasser aus der Umgegend von Schleiß-

---

[1]) Man gräbt ein trichterförmiges mit Erde gefülltes Gefäß, welches einen Untersatz hat, in den Boden. In dem Untersatz sammelt sich die in Folge des Regens abfließende Flüssigkeit.

[2]) Es wird eine Erde mit einem Mineralstoff absorptiv gesättigt, indem man sie mit einer verdünnten Auflösung des betr. Stoffes übergießt, bis die ablaufende Flüssigkeit denselben enthält; hierauf wird die Erde so lange (event. wochenlang) mit reinem Wasser gewaschen, bis der betr. Stoff in dem Abfluß nicht mehr nachweisbar. Durch Vermischung dieses „ganz" gesättigten Bodens mit reinem Boden wird alsdann ein halb, viertel oder achtel gesättigter Boden hergestellt.

[3]) Jac. Volhardt, Landw. Vers.-Stat. 8, 9.

[4]) Der Riesentang, Fucus giganteus, wird nach Darwin (Journ. of researches 304) bis 360' lang.

[5]) v. Bibra, Ann. Chem. Pharm. Bd. 79 S. 90 ff.

[6]) J. Usiglio, l. c. 72, 221.

[7]) Journ. f. prakt. Chem. 47., 353.

[8]) Ann. Chem. Pharm. 97., 375.

[9]) Naturgesetze des Feldbaues. 7. Aufl. S. 101.

heim nach Wittstein 0,011652 Procent mineralischer Stoffe (darunter nutzlose), und die Fluß- und Quellwasser sind noch weit geringhaltiger. Die Culturgewächse stellen etwas höhere Ansprüche; Brunnenwasser als Wurzelmedium ermöglicht nur eine überaus dürftige Vegetation. Als die günstigste Concentration hat sich in der „Wassercultur" eine solche von etwa 0,1 Procent herausgestellt; d. h. auf 1000 Gewichtstheile destillirten Wassers ist etwa 1 Gewichtstheil des Salzgemisches zu verabreichen. Erhöhung des Mineralstoffdargebots steigert die Vegetationskraft nicht, wirkt sehr bald nachtheilig, indem sie den Zellsaft mit Ballast überladet. Eine Nährstofflösung von 0,5 Procent Salzgehalt hat bereits Efflorescenzen aus den Blättern und Stengeln zur Folge. Lösungen von 1 Procent Mineralstoffgehalt lassen überhaupt keine gesunde Vegetation der Culturpflanzen mehr zu.[1] Herabminderungen des Nährstoffgehalts unter das Quantum von 0,1 Procent sind von einem Rückgange der Production — bis auf Null in destillirtem Wasser — begleitet.

Die Atmosphäre.

Der Luftraum ist das unerschöpfliche und ausschließliche Reservoir, aus welchem die Culturpflanze ihren Kohlenstoff schöpft. Auch der Stickstoff des Bodens ressortirt in letzter Instanz aus der Atmosphäre, wenngleich der Eintritt der Salpetersäure und des Ammoniaks in die Pflanze wesentlich nur durch die Wurzeln erfolgt.

Der Gehalt der Atmosphäre an Kohlensäure wurde von Th. de Saussure, Boussingault u. A. zu 4 bis 4,15 Volumen in 10,000 Volumen atmosphärischer Luft angenommen, während die im Boden eingeschlossene Luft einige Procente an Kohlensäure enthält. Neueren Beobachtungen Ebermayer's zufolge ist der CO_2-Gehalt des Waldbodens in 0,5 — 1 m Tiefe, wenigstens in großen geschlossenen Beständen, um ein Vielfaches geringer, als der des freien Feldbodens. Während in einem Waldboden, 1 m tief, vom Mai bis August durchschnittlich 50,2 Volumina, 1/2 m tief 45,5 Vol., in der Humusdecke 14,8 Vol. CO_2 auf 10,000 Vol. Luft gefunden wurde, ergab ein Ackerfeld in dem gleichen Zeitraume in 1 m Tiefe 266,9, in 0,5 m Tiefe 256,3 Vol. CO_2. Letzteres ist die unzweifelhafte Folge einer intensiveren Verwesung, welche sich auch in der „Verhagerung" bloßgelegter Waldflächen kundgiebt. Die Entwicklung der CO_2 im Boden erfolgt nach E. Wollny unter Mitwirkung niederer Organismen (organisirter Fermente). Dagegen erwies sich die Waldluft (in 2 m Höhe über dem Boden) nahezu doppelt so kohlensäurereich, als die entsprechende Luftschicht über freiem Felde (8 Vol. gegen 4,1 Vol. in 10,000 Luft).

Ueberhaupt ist der Kohlensäuregehalt der Luft nach Localen und Jahreszeiten einigermaßen schwankend. In bedeutenden Meereshöhen nimmt der CO_2-Gehalt im Allgemeinen, doch nicht constant, zu; Dr. Frankland[2]) bestimmte denselben in 11,000' Höhe (grands Mulets) zu 10 Vol., in 15,730' (Spitze des Montblanc)

---

[1]) F. Nobbe und Th. Siegert: Ueber die Concentration der Nährstofflösungen. Landw. Vers.-Stat. **6**, 19.

[2]) Poggendorf's Annalen **76**, 442.

zu 6,1 Vol., in 3000′ Höhe (Chamouni) zu 6,3 Volumina. Auch die Brüder Schlagintweit fanden in den Alpen in Meereshöhen von 752 bis 3356 m 4,2 bis 5,8 Volumentheile Kohlensäure, nicht ganz den Höhen entsprechend, obgleich die höchsten Ziffern für Kohlensäuregehalt auf dem höchsten Punkte (Rachern, 3365,8 m) beobachtet wurden. Die Bestimmungsmethoden waren nicht ganz vorwurfsfrei. Neuere Beobachtungen von Franz Schulze in Rostock mittelst eines absolut genauen Verfahrens[1]) ergaben vom 1. October 1868 bis 31. Juli 1871 wesentlich geringere Gehalte an Kohlensäure. Je nach der Windrichtung, den Niederschlägen und anderen meteorologischen Vorgängen schwankte der Kohlensäuregehalt der Luft zwischen 2,25 und 3,44 Volumen; das Mittel sämmtlicher Beobachtungen zu Rostock betrug 2,9197 Volumina in 10,000 Vol. Luft. Die Angaben F. Schulze's werden von W. Henneberg für Weende (Göttingen) bestätigt.[2]) Die Weender Beobachtungen (Sommer 1872) ergaben im Durchschnitt etwa 3,2 Vol. Kohlensäure pro 10,000 Vol. Luft von 0° C. bei 760 mm Barometerstand. Dies sind mithin die Quanta, mit denen die Culturpflanzen hauszuhalten, aus denen sie ihren Gesammtbedarf an Kohlenstoff zu decken haben.

Ungleich geringer ist der Gehalt der Atmosphäre an assimilirbarem Stickstoff. Der mit Sauerstoff im Verhältniß von 79 Procent N. zu 21 Procent O. mechanisch vermengte indifferente Stickstoff ist ohne Bedeutung für das Pflanzenleben. Indessen erzeugt die Verwesung organischer stickstoffhaltiger Körper Ammoniak, und jede electrische Entladung (Blitzschlag) ist im Stande, die chemische Verbindung des atmosphärischen Stickstoffs mit ozonisirtem Sauerstoff zu salpetriger Säure (NO_3) zugleich mit der Bildung von Ozon und Wasserstoffsuperoxyd herbeizuführen. Bei jedem Verbrennungs- oder Oxydationsprozesse, und selbst bei der Verdampfung von reinem Wasser wird atmosphärischer Stickstoff zu salpetrigsaurem Ammoniak oxydirt (Schönbein).

Die in einer Million Gewichtstheile Luft (zu Wiesbaden) enthaltenen Ammoniakmengen wurden von Fresenius[3]) zu 0,098 Gewichtstheilen am Tage und zu 0,169 in der Nacht, im Mittel 0,133 Theile bestimmt. Andere Beobachter fanden anderswo etwas größere Mengen: Pierre zu Caen einmal 0,5, ein anderes Mal 3,5 Milliontel. Gräger 0,333, Kemp sogar 3,888 Gewichtstheile Ammoniak in 1 Million Gewichtstheilen Luft. Im großen Ganzen dürfte der Ammoniakgehalt der Atmosphäre etwa 2—3 Milliontel betragen, womit auch neuere Untersuchungen von Hor. T. Brown[4]) u. A. übereinstimmen.

Ein Theil der atmosphärischen Stickstoffverbindungen (Ammoniak und Salpetersäure) wird von der Bodenfläche direct absorbirt, ein anderer mit den meteorischen Niederschlägen herabgeführt. Unmittelbar nach einem Regen pflegt der Ammoniakgehalt einige Stunden lang etwas unter dem Mittel zu stehen. Bei andauerndem Regen sind die zuletzt gefallenen Regenmengen ärmer an Ammoniak

---

1) Landw. Vers.-Stat. **14** (1871) 366.
2) a. a. O.
3) Ann. Chem. Pharm. **72**, 219.
4) Proceedings of the Roy. Soc. **18**, 286.

und Salpetersäure, als zu Anfang gesammelte. Der Wasserdunst der Atmosphäre, indem er sich in tropfbar flüssiger Form condensirt, schließt zugleich Ammoniakgas ein, und die Regentropfen absorbiren beim Durchschneiden der Luft anderweite Mengen: je langsamer der Tropfen fällt, desto mehr. Im Regenwasser bei Leipzig fanden sich 1 bis 3, im Mittel etwa 2 Milliontel Gewichtstheile Ammoniak.[1]) Im April, bei niedriger Temperatur, hatte der Regen den höchsten Ammoniakgehalt. Thau und Hagel ergeben ungefähr die nämlichen Mengen, Schnee weniger, namentlich der bei tieferen Temperaturen gefallene (Vogel). Fluß- und Teichwasser hatten einen etwas kleineren Ammoniakgehalt, Brunnenwasser aus 2 m Tiefe zeigten keine nachweisbare Spur Ammoniak. An Salpetersäure ergiebt das Regenwasser noch geringere Mengen, als an Ammoniak. Gewitterregen liefern etwas mehr Salpetersäure.

Die directe Absorption des atmosphärischen Ammoniaks durch den Boden bewegt sich innerhalb kaum beachtenswerther Dimensionen. Glasschalen mit titrirter Schwefelsäure, welche unter einem Jalousiedache auf hohem, freien Standorte vier Monate aufgestellt waren, hatten nur etwa 28 mg Ammoniak per Quadratfuß, entsprechend 4 kg per ha, aufgenommen.[2]) Die Bethätigung dieser Form von Absorption ist abhängig von der Wärme, mit deren Zu- und Abnahme sie — im umgekehrten Verhältniß — fällt und steigt. Unter dem Schutze eines stark schattenden Bestandes von sogenannten Blattpflanzen absorbirt ein Boden mehr Wasser und Ammoniak, als wenn derselbe Boden mit wenig schattenden Gewächsen bestockt ist. Begreiflich gedeihen daher die ersteren in einem stickstoffarmen Boden besser, und liefern in ihrem Ernteproduct ein höheres Maß von Stickstoff, als letztere. Diese Thatsache hat zu der irrigen Annahme geführt, daß die sogen. Blattpflanzen ihren Stickstoffbedarf wesentlich mittelst der Blattorgane direct der Atmosphäre zu entnehmen befähigt seien. Daß dies nicht der Fall, daß überhaupt die durch Absorption und Niederschlag dem Boden zugeführten, sowie die von den oberirdischen Organen der Pflanze etwa direct aufgenommenen Stickstoffmengen nicht ausreichen, den Bedarf der Culturgewächse an Stickstoff zu decken, wird streng erwiesen durch den Vegetationsversuch, bei welchem den Pflanzen alle Bedingungen üppigen Wachsthums, mit einziger Ausnahme des Stickstoffs, dargeboten werden. Das Product steht in solchem Falle im Verhältniß zu der Menge der dem Wurzelmedium zugeführten Stickstoffverbindung und wird nahezu gleich Null bei gänzlichem Ausschluß des Stickstoffs, obgleich den Pflanzen, wie dem Boden, das atmosphärische Reservoir zur Disposition stand. Um so dringender erscheint es angezeigt, dem Waldboden, da er künstlicher Düngung untheilhaftig ist, auch mancher Regentropfen dem Boden des geschlossenen Bestandes entgeht, das oft so spärliche Stickstoffcapital der Bodendecke thunlichst ungeschmälert zu conserviren.

Der atmosphärische Sauerstoff ist namentlich in seiner „activen" Modification, dem „Ozon", von Bedeutung für das Leben der Gewächse. Durch seine

[1]) W. Knop, Landw. Vers.-Stat. 5, 137. Göppelsröder, Journ. f. prakt. Chem. 4 (1871), 139. u. Zeitschr. f. analyt. Chem. 1872.

[2]) P. Bretschneider, Landw. Jahrb. v. W. Korn u. E. Peters, 1872, Heft 4.

energische Tendenz, Verbindungen einzugehen, begünstigt das Ozon die Verwesung der Humusdecke und wirkt anregend auf manchen mit Oxydation verknüpften Vorgang im Pflanzenkörper (Keimung, Blüthe, Reifung). Bei vollständigem Abschluß des Sauerstoffs vermag kein Same zu keimen.

Das Ozon ist specifisch schwerer, als gewöhnlicher Sauerstoff (etwa 1,658), und in der Atmosphäre stetig verbreitet. Seine Menge wurde von Houzeau im Maximum zu 2½ Milliontel des Gewichts oder 1,13 Milliontel des Volumen des untersuchten Luftquantums bestimmt. Den nicht ganz einwurfsfreien Untersuchungen L. Faudrat's[1]), sowie den Beobachtungen Ebermayer's[2]) zufolge scheint der Ozongehalt im Laub- und Nadelholzwalde um einige Procente geringer zu sein, als außerhalb und oberhalb desselben. Die Frage ist noch nicht als abgeschlossen zu betrachten. Schönbein's „Antozon", welches derselbe als die dritte allotropische Modification des Sauerstoffs, und zwar als Correlat des Ozon ansah, ist durch Engler und Nasse[3]) als Wasserstoffsuperoxyd (H_2O_2) erkannt worden.

Mäßige Bewegung der Luft befördert die Transspiration, beeinträchtigt zwar leicht die Thaubildung, indem sie die durch Ausstrahlung der Pflanzen in deren nächster Umgebung abgekühlte Luft stetig entfernt, wirkt aber auch den Schädigungen durch Spät- und Frühfröste, welche vorzugsweise eingeschlossene Locale heimsuchen, günstig entgegen.

Licht.

In absoluter Dunkelheit fallen die Grünpflanzen dem „Etiolement" anheim, einem Zustande, der durch das deutsche Wort „Vergeilung" nicht vollkommen bezeichnet wird. Das Etiolement bekundet sich in Bleichsucht, übermäßiger Verlängerung der Stengelglieder, Zurückbleiben der Blattorgane als äußeren Symptomen mannichfacher Abänderungen der inneren Vorgänge.

Das „Licht" besteht bekanntlich in Schwingungen der weltraumerfüllenden Aethertheilchen. Diese transversalen Undulationen theilen sich mit einer Geschwindigkeit von 40,000 Meilen in der Secunde fortschreitend allen Körpern mit, specifische Energien erregend. Wie sie auf der Netzhaut als „Farben" empfunden werden, in der Pflanze sind sie objective Ursache von Lebensvorgängen. Die Lichtstärke ist von der Stärke des Ausschlags der Aethertheilchen (der Amplitüde), die Lichtfarbe von der Schwingungszahl in der Zeiteinheit abhängig. Aetherwellen von 456 Billionen Schwingungen in der Secunde erregen die subjective Empfindung des Roth; 667 Billionen die des Violett. Da die Pflanzen selten vom vollen weißen Sonnenlichte (der Vereinigung aller Strahlengattungen), sondern häufiger vom zerstreuten Lichte, von blauen, grünen und anders gefärbten Strahlen getroffen werden, so ist die Thatsache von hoher Bedeutung, daß auch die isolirten prismatischen Strahlen die Lebenskräfte der Pflanzen auszulösen vermögen. Selbst künstliche Beleuchtung (mittelst irdischer Lichtquellen) von anscheinend geringfügiger

---

1) Compt. rend. **83**, (1877) 752.
2) Die physikalischen Einwirkungen des Waldes auf Luft und Boden. Aschaffenburg, 1873.
3) Ann. Chem. Pharm. **154**, 215.

Kraft hat eine Aufhebung des Dunkellebens im Gefolge und gestattet, den natürlichen Tagesverlauf des Pflanzenlebens umzukehren. In der durch Natrium gelb gefärbten Spiritusflamme ergrünte Lepidium sativum, welches 18 cm von der Lichtquelle entfernt war, binnen 7 bis 8 Stunden. Allerdings sind die farbigen Strahlen, deren Brechbarkeit von Ultraroth bis Violett und Ultraviolett zunimmt, von ungleichem Werthe für die Lebensacte der Pflanze. Die physiologischen Wirkungen der einzelnen Spectralfarben fallen jedoch nicht mit deren chemischen Wirkungen zusammen. Chlorsilber z. B., welches sich im Dunkeln unverändert erhält, wird in farbiger Beleuchtung, wie im Sonnenlichte, violett und dann schwarz. Die Veränderung ist jedoch am stärksten in den Strahlen höchster Brechbarkeit: im Violett und den darüber hinausliegenden unsichtbaren „ultravioletten", „chemischen" oder „actinischen" Strahlen, am schwächsten im Roth und Ultraroth: den jenseit des Roth fallenden dunklen Wärmestrahlen. Anders ist die Wirkungsreihe der Farbenstrahlen auf die Chlorophyllbildung, Kohlensäure-Zersetzung, Wasserverdunstung, Stoffproduction, Zelltheilung, Formgestaltung, Bewegungserscheinungen u. a. vitale Vorgänge in den Pflanzen.

Die Action des Lichtes auf Pflanzenorgane ist begreiflich abhängig von der Durchleuchtbarkeit (Diaphanität) der die betr. Zellgewebe nach außen umhüllenden Partien. Die Diaphanität von Blattorganen und anderen Pflanzengebilden variirt in weiten Grenzen und ist im Allgemeinen nicht unbeträchtlich. Man prüft sie entweder photometrisch: durch Auflegen von Blättern auf sensibilisirtes Albuminpapier, welches dem Sonnenlicht exponirt wird, und nachmalige Fixirung des so erzeugten Bildes auf photographischem Wege (Boussingault), oder optisch mittelst des Diaphanoskops (Sachs). Nach der Methode Boussingault's wird der Wollfilz der Silberpappel z. B. nicht durchstrahlt (nur die Blattnerven), obgleich das Blatt nur 0,09 mm dick ist (nahe den Hauptnerven 0,437, am Blattende 0,312 mm). Sehr diaphan ist das Kastanienblatt (Castanea), dessen Dicke 0,06 mm beträgt; wenig dagegen das Blatt vom Kirschlorbeer (Prunus laurocerasus) und Nerium (Oleander) (0,55 resp. 0,38 mm). Das Himbeerblatt bestimmte Boussingault zu 0,23 mm, das der Platane zu 0,16, des Pfirsich zu 0,15 mm Dicke. Wie ungleich tief die Lichtstrahlen verschiedener Brechbarkeit in das Innere stärkerer Pflanzenorgane einzudringen vermögen, zeigte J. Sachs mittelst des „analysirenden Diaphanoskops". Fünf junge Kirschblätter und neun Blätter von Sonchus asper ließen, aufeinander gelegt, kein Licht durchscheinen. Vier Kirschblätter zeigten einen schwach braunrothen, sieben Blätter von Sonchus einen blutrothen Schein; drei Kirschblätter dagegen ein helles intensiv grünes Licht. Roth dringt mithin tiefer ein, als grün. Eine 3 cm dicke Kartoffel (mit doppelter Schale) erschien roth; eine eben so starke Scheibe eines unreifen Apfels und einer Kohlrübe (mit Schale) hellgrün, eine 2 cm starke Kohlrübenscheibe farblos und sehr hell.

Die vegetativen Wirkungen der isolirten Lichtfarben constatirt man entweder durch Aufstellung der Pflanzen im objectiven Sonnen-Spectrum, oder unter gefärbtem Glase, oder endlich in Doppelcylindern, deren Zwischenraum mit farbigen Flüssigkeiten (doppelt chromsaurem Kali für gelb, Kupferoxydammoniak für blau) 2c. gefüllt sind. Ein

objectives Sonnen-Spectrum wird hergestellt, indem man durch einen engen Spalt das mittelst eines Spiegels, resp. Heliostaten, aufgefangene Sonnenlicht in einen dunklen Raum eintreten läßt. Der Lichtstrahl wird entweder direct, oder durch eine oder zwei Sammellinsen concentrirt auf ein Prisma geleitet, welches das auseinander gelegte Bild des Sonnenstrahls auf eine gegenüberstehende Wand wirft. Dieses Bild ist das Spectrum (Fig. 1 b). Ohne Einschaltung eines Prismas entsteht ein rundes, weißes Bild (Fig. 1 a). Es ist klar, daß man, je nach der Entfernung der Wand vom Prisma, mehr oder minder

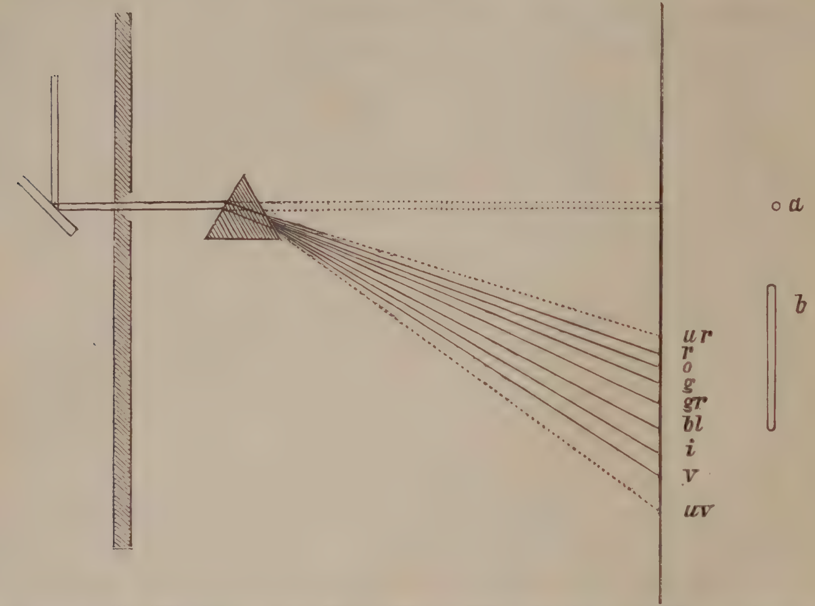


Fig. 1. Objectives Spectrum. ur = Ultraroth (dunkle Wärmestrahlen); r = Roth; o = Orange; g = Gelb; gr = Grün; bl = Blau; i = Indigoblau; v = Violett; uv = Ultraviolett (actinische, chemische Lichtstrahlen).

ausgedehnte und lichtstarke Regionen der Hauptfarbengruppe des 1. Spectrums: vom Ultraroth bis zum Ultraviolett erzielen und durch Einschaltung von Horinzontal-Schirmen, welche die Versuchspflanzen tragen, auf ihre vegetative Wirkung prüfen kann.

Wird gefärbtes Glas als Beleuchtungsmedium im Vegetationsversuche verwendet, so ist eine spectroskopische Vorprüfung desselben unerläßlich, da die meisten farbigen Gläser, neben der vorherrschenden, noch verschiedene dem bloßen Auge nicht wahrnehmbare Farben durchlassen. Aehnliches gilt für die in Doppelcylindern eingeschlossenen Flüssigkeiten, wobei zugleich, wenn es sich um comparative Versuche handelt, für gleiche Lichtstärke Sorge zu tragen ist.

Die Kohlensäurezersetzung erfolgt mit der relativ höchsten Kraft im gelben Lichte, fast so schnell, wie im weißen; von hier nach beiden Seiten des Spectrums hin abnehmend. Im blauen, violetten und ultravioletten Lichte ist sie beträchtlich verzögert: also im entgegengesetzten Sinne von der Einwirkung der genannten Farben auf sensibles Papier. Die Messung der Kohlensäure, welche in Belichtungsversuchen zersetzt wird, bestimmt man entweder aus der Anzahl von Gasblasen (wesentlich Sauerstoff), welche von lebhaft arbeitenden, beleuchteten

Pflanzen pro Minute ausgeschieden werden, oder, exacter, nach der gasvolumetrischen Methode, wie sie in mustergültiger Weise von Boussingault gehandhabt wurde. Hierbei wird die aus einem bekannten Gasgemisch in bestimmter Zeit durch eine gegebene Blattfläche verbrauchte Kohlensäure ermittelt. Als Beispiel für die Ergebnisse der letzteren Methode wählen wir einen älteren Versuch von Cailletet.[1]) Von 30 CC. Kohlensäure waren nach acht- bis zehnstündiger Beleuchtung, unter der Action einer grünen Pflanze, noch übrig geblieben: im violetten Lichte 28 CC., im blauen 27, im rothen 23, im gelben 18, unter mattgeschliffenem Glase 2 CC. Hiermit stimmt ein neuerer, nach der ersteren Methode des Blasenzählens ausgeführter Versuch Pfeffer's überein. Die in verschiedenen Zonen des Sonnenspectrums von einem Exemplar der Elodea ausgeschiedenen Gasblasen betrugen in ¼ Minute durchschnittlich im Roth 8 Blasen, im Gelb 26, im Dunkeln keine oder höchstens eine Luftblase in dem gleichen Zeitraume. Eine andere Versuchsreihe ergab im Gelb 23, im Grün 8, im Blau 6, im Indigo 4, im Violett 2 Luftblasen. —

Bemerkenswerth ist, daß die grünen Lichtstrahlen, welche von dem Chlorophyll nicht absorbirt, sondern zurückgeworfen werden, auch für die Hauptfunction der „grünen" Organe: die Kohlensäure-Zersetzung, wenig wirksam sind.

Die Entstehung des Chlorophylls oder „Blattgrün" erfordert zwar keine hohen Helligkeitsgrade, namentlich für zarthäutige Pflanzentheile, ist jedoch vom Lichte abhängig. Die „dunklen" Wärmestrahlen vermögen Chlorophyllbildung nicht einzuleiten. Als Ausnahme von dieser Regel stellen sich, außer den Keimen der Nadelhölzer, wenige Fälle dar. Das Grün der Finsterkeimlinge der Nadelhölzer ist wahres Blattgrün und sicher im Dunkeln entstanden, da die im Zustande der Samenruhe farblosen Kotyledonen erst beim Fortschritt der Keimung, bevor aber die für Licht undurchdringliche Samenhülle aufplatzt, ergrünen. Unter der Einwirkung von Methylalkohol beobachtete C. Kraus Ergrünung von Keimlingen im Dunkeln. Sonst wird noch in ungefärbte Gewebe eingeschlossenes Grün beobachtet am Embryo des Mistelsamen, den Kotyledonen der Ahornfrüchte. In den letzteren ist aber das Blattgrün der Kotyledonen bereits vor der Reife entstanden und, durch die allmählig sich entfärbende, intransparent werdende Fruchthülle geschützt, nur conservirt worden.

Im Allgemeinen wirkt Licht von mittlerer Stärke auf die Chlorophyllbildung energischer ein, als eine intensive Beleuchtung (Wiesner). Ein gewisser Grad von Beschattung bringt tieferes Ergrünen hervor, als helle Besonnung, wie dies zahllose Erscheinungen im Freien erkennen lassen, und die Versuche von Sachs und Famintzin, bei welchen ein Theil eines Blattes bedeckt wurde, bewiesen haben. In 1½ Mittagsstunden war die beschattete Blattpartie ergrünt, der nicht beschattete Flächentheil völlig gelb geblieben. Gleichzeitige Erwärmung der Schattenfläche war sorgfältig ausgeschlossen. Manche sehr lichtempfindliche Pflanzen zeigen sogar, je nach dem Beleuchtungsgrade, ein abwechselndes Erbleichen und Ergrünen, während

[1]) Compt. rend. **65**, 322.

andere, mit besonderen Schutzmitteln gegen allzustarke Belichtung der Chlorophyllkörner — Haarfilz, Hautgebilde, Richtung der Axe zur Lichtquelle — ausgerüstete Pflanzentheile sich gegen Lichtwechsel minder empfindlich erweisen. Hier greift jedoch gleichfalls die durch das Licht bewirkte Zerstörung des Chlorophylls complicirend ein. Letztere wird durch intensive Beleuchtung beschleunigt. Eine alkoholische Lösung von Blattgrün läßt sich im Dunkeln geraume Zeit unverändert aufbewahren, während im Lichte schon nach wenigen Stunden die Entfärbung beginnt. Aus dunkel aufbewahrter, in Zersetzung begriffener Substanz zieht Alkohol nach mehreren Jahren noch Chlorophyll aus (Bohl). Die Zerstörung des grünen Farbstoffes erfolgt rascher in den leuchtenden (gelb, orange), als in den chemisch wirkenden (blauen, violetten und ultravioletten) Lichtstrahlen.

Bezüglich der Production organischer Substanz (Assimilation) haben Versuche Ad. Mayer's,[1] welche durch J. Sachs[2]) bestätigt wurden, wahrscheinlich gemacht, daß diese Bildungsvorgänge unter der Einwirkung jeder der prismatischen Farben von Statten gehen. Dagegen suchte R. Weber[3]) nachzuweisen, daß die Aufnahme von Mineralstoffen durch Lichtstrahlen verschiedener Brechbarkeit beeinflußt wird, indem die Pflanzen unter farbigen Gläsern mehr Aschenbestandtheile (auf die gleiche Menge erzeugter verbrennlicher Substanz bezogen), aufnehmen, als im directen Sonnenlichte, und daß die Einwirkung gewisser Lichtarten die Aufnahme einzelner dieser Stoffe erleichtert oder erschwert. Intensive Beleuchtung erzeugt dagegen, ungleich der Wirkung auf die Chlorophyllbildung, höhere Productionswerthe, als schwache Beleuchtung.[4]) Die größere Länge des Sommertages unter höheren Breitegraden erklärt die von Schübeler[5]) beobachtete Erscheinung, daß die verschiedenen Getreidearten im Norden selbst bei einer niedrigeren Sommerwärme in kürzerer Zeit zur Reife gelangen, als in südlicheren Breiten. In Olten (Norwegen) z. B. unter 70° n. Br., bei einer mittleren Temperatur von + 7° R. im Juni und + 10° R. im Juli und August, wo die Sonne vom 24. Mai bis 19. Juli nicht untergeht, wird die Gerste nicht vor dem 20. bis 24. Juni gesäet und reift Ende August, also etwa in neun Wochen, während hierzu in Christiania, wo die mittlere Sommertemperatur + 12° R. beträgt, drei Monate erforderlich sind. Auch werden die Samen der verschiedensten Pflanzen (Getreidearten, Bohnen 2c.) im Norden größer und schwerer, als im Süden, wobei Schübeler zugleich die Beobachtung gemacht hat, daß sich die stickstofffreien Bestandtheile der Samen in nördlichen Ländern im Vergleich zu den stick-

---

1) Landw. Vers.-Stat. **9** (1867), 396.
2) Botan. Zeitung **27** (1869), Nr. 13.
3) Landw. Vers.-Stat. **18** (1875), S. 18.
4) Hellriegel erntete, nach Maßgabe der Beleuchtungs-Intensität, von Gerstenpflanzen folgende Trockensubstanzen:

	im Freien	an der Vorderseite eines Glashauses	im Hintergrunde des Hauses
a.	21,54	9,58	3,40 g
b.	22,18	9,58	2,59 „
im Mittel	21,86	9,58	3,00 g.

5) Die Culturpflanzen Norwegens. Christiania, 1862.

stoffhaltigen in verhältnißmäßig größerer Menge entwickeln, was darauf hindeuten würde, daß zur Entwickelung jener mehr Licht, zur Entwickelung dieser aber mehr Wärme erforderlich wäre.

Es erlangen ferner die Samen der Getreidearten und Hülsenfrüchte im Norden nach ein- oder mehrjähriger Cultur eine intensivere und in manchen Fällen selbst viel dunklere Farbe (Mais), als der ursprünglich aus südlicheren Gegenden eingeführte Same; umgekehrt verhält es sich, wenn der Same von Norden nach Süden ausgeführt wird. Auch die Farbe der Blüthen wird im Norden theils intensiver, theils erleidet sie Veränderungen, z. B. Weiß in Roth, wie bei der Schafgarbe und anderen Pflanzen; ganz Aehnliches bemerken wir auf unseren Alpen, wo namentlich auch die Schafgarbe häufig rothe Blüthen entwickelt. Ebenso zeigen die Blüthen tropischer Gewächse wegen der größeren Intensität des Lichtes im Allgemeinen grellere Farben, als die Pflanzen höherer Breitengrade. Nicht minder soll sich das Aroma der Früchte (Aepfel, Beeren) im Norden steigern, während die Zuckerbildung zurücktritt. Pflanzen, welche Harze und ätherische Oele in reichlicher Menge absondern, wie die Balsambäume der Tropen, die Kampfer- und Gewürzbäume, nehmen eine starke Lichteinwirkung in Anspruch; auch unsere reichlich Harz ausscheidende Kiefer bedarf in weit höherem Grade der Einwirkung des Lichtes, als z. B. die Weißtanne und Eibe, welche nur wenig Harz erzeugen. Manche Blüthen verlieren im Dunkeln ihren Geruch, während andere wieder nur Nachts Wohlgeruch entwickeln.

Die empirischen Beobachtungen des Größenwachsthums der Pflanzen bei Tag und Nacht führen zu widersprechenden Ergebnissen. Man ist genöthigt, um das Facit dieser complicirten Vorgänge als eine Function des Lichtes klar zu stellen, zunächst das Flächen- und Längenwachsthum zu scheiden, sodann aber die Factoren des Wachsthums: Zellenbildung und Zellenvergrößerung, gesondert ins Auge zu fassen.

Das Flächenwachsthum von Laubblättern erwies sich nach von Prantl[1]) ausgeführten dreistündlichen Messungen der Blattlänge und Breite am Kürbis und Tabak vom Abend während der Nacht größer, als am Tage, und erreichte kurz nach Sonnenaufgang sein Maximum. Nicht so verhalten sich die Baumblätter von Alnus glutinosa. Diese zeigten innerhalb einer sechstägigen Beobachtung mittelst photographischer Messungen zweier zusammenhangenden jungen Blätter, welche um 10 Uhr früh und 6 Uhr Abends zu Tharand ausgeführt wurden,[2]) ein fast genau dreifach größeres Flächenwachsthum in den (8) Tagstunden, als in dem 16stündigen Intervall, welches die Nachtstunden einschließt. Die Fläche beider Blätter hatte sich innerhalb des sechstägigen Zeitraums von 1752 auf 5782 qmm vergrößert, wovon im Mittel pro Stunde 51,1 qmm auf die Tagstunden und 17,1 qmm auf eine Nachtstunde entfallen.

---

[1]) Arbeiten des botan. Instituts zu Würzburg. Nr. **3**, 382.

[2]) Vergl. F. Nobbe, C. Councler und H. Hänlein, Beiträge zur Biologie der Schwarzerle. Tharander forstl. Jahrbuch **30**, (S. 1880) S. 1 ff.

Daß Rhizomschuppen, unterirdisch oder an etiolirten Stammaxen hervortretende Laubblätter überhaupt nicht auswachsen, mag seinen genugsamen Grund darin finden, daß diese Organe, des Chlorophylls entbehrend, nicht assimiliren. Es ist als nachgewiesen zu betrachten[1]), daß das Blattwachsthum im unmittelbarsten Zusammenhange mit der Assimilation steht.

Das Längswachsthum eines Sprosses erfährt zumeist eine Benachtheiligung durch das Licht, welche sich in vielen Fällen durch eine stärkere Wachsthumskraft der dem Lichte abgewendeten Seite geltend macht, wodurch eine Concavstellung der Axe zur Lichtquelle, Aufwärtsrichtung horizontaler Sprosse, bedingt ist. Man nennt diese Wachsthumstendenz den Heliotropismus, und zwar den positiven, da an sehr vereinzelten Pflanzen auch die entgegengesetzte Tendenz: ein negativer Heliotropismus, beobachtet wird, indem die Axe sich convex zur Seite der stärksten Lichtquelle stellt (Ranken von Vitis und Ampelopsis hederacea an ihrer Basis, der unteren Partien der Stammglieder des Epheu, das hypokotyle Glied von Viscum album).

Die Zellen-Neubildung erfolgt in der Regel allerdings unter Abschluß des Lichtes: in dem durch eine starke Borke verdunkelten Cambium des Holzkörpers, in den im Schoß der Erde geborgenen Wurzeln ꝛc. Wo aber dieser Prozeß in durchleuchtbaren Organen von Statten geht, ist eine Beeinträchtigung desselben durch das Licht nicht nachzuweisen. In gewissen leicht controlirbaren Fällen steht die Anzahl der Zelltheilungen in einer gegebenen Zeitfrist bisweilen in nahezu directer Proportion zu der auftreffenden Lichtmenge. 100 Zellen der Alge Spirogyra vermehrten sich im Lampenlicht in 7 Tagen[2])

bei ununterbrochener Beleuchtung . . .	auf 7730	Zellen
„ periodisch 12stündiger Unterbrechung .	„ 4762	„
„ täglich 8stündiger Beleuchtung . . .	„ 2971	„
in andauernder Dunkelheit	„ 162	„

Unter normalen Verhältnissen theilen sich die Spirogyra-Zellen bei Tage sehr selten, lebhafter am Abend, und sehr energisch in der Nacht. Die Theilung setzt, nach Famintzin, Abwesenheit von Stärke und andere, Stunden erfordernde Bildungsvorgänge voraus. Bei höheren Pflanzen (Lepidium sativum) tritt, nach Batalin[3]) ein Unterschied im Verhalten der Epidermis und des Rindenparenchyms bezüglich der Zelltheilung hervor. Erstere ist indifferent gegen die Intensität des Lichtes; letzteres bietet die größte Anzahl von Zelltheilungen bei mäßiger Beleuchtung dar. Ueber dies Optimum hinaus tritt eine Abnahme der Action ein, und sehr intensives Licht gleicht als Kraftquelle vollkommen der Dunkelheit.

Das Zellen-Wachsthum wird vom Lichte im Allgemeinen eher benachtheiligt. Zwar lernten wir oben Fälle kennen, wo dem Lichte entzogene Organe (Rhizomschuppen, Primordialblätter unterirdisch keimender Pflanzen ꝛc.) nicht zur Entwicklung gelangen; selbst stärkehaltige Blätter wachsen im Dunkeln nicht aus. Im Allgemeinen

---

[1]) Vgl. F. G. Stebler, Unters. über das Blattwachsthum. Leipzig, 1876.
[2]) A. Famintzin, Botan. Zeitung 26 (1868), 884.
[3]) Batalin, ebenda 27 (1869), 800.

ist jedoch die Zellenstreckung vom Lichte beeinträchtigt. Die Epidermiszellen, welche dem Lichte direct exponirt sind, haben eine geringere Dehnungstendenz, als die unter ihnen liegenden Gewebsschichten, und diese wiederum sind, nach Maßgabe ihrer Tieflage, ungleich dehnungsfähig. Zieht man von einem grünen Stengel die Epidermis in Streifen ab, so erweisen sich diese Streifen isolirt kürzer, als das Stengelstück, welches sie bedeckten. Trägt man die tiefer liegenden Gewebepartien successiv in Längsstreifen ab, so weicht die Contractionstendenz des isolirten Streifens allmählig der entgegengesetzten, bis endlich das Mark die höchste Dehnung, im Vergleich zu seiner Länge im natürlichen Verbande, darbietet. Hieraus resultirt in der lebenden Pflanze ein eigenthümlicher Drang und Widerstreit der verschieden tief situirten Gewebe, bekannt unter dem Namen der „Gewebespannung", welche neuerdings vielfach näher studirt worden ist. Nachdem das Längswachsthum eines Triebes vollendet ist, geht die longitudinale Spannung in Querspannung über. Im Dunkeln bleiben die Gewebe auf der Stufe jugendlicher Bildung (G. Kraus); die Holz- und Rindenbildung etiolirter Stengel ist gehemmt, und vermag dem Längswachsthum des Markes den passiven Widerstand des Normalzustandes nicht entgegenzusetzen; der schon hierdurch bedingten Ueberverlängerung der etiolirten Stammglieder kommt im Dunkeln, in Folge größeren Wassergehalts der Gewebe, eine vermehrte Längsdehnung der Markzellen, welche wiederum eine vermehrte Theilung der Zellen begünstigt, zu Statten. Auf die Langschäftigkeit der in dichtem Schluß erwachsenden Bäume wirken inzwischen noch andere, complexe Gesetzlichkeiten ein, unter denen die Entziehung des Seitenlichts von der Krone insofern betheiligt ist[1]), als die Assimilation und damit die Lebenskraft und Lebensdauer geschwächt wird.[2]) Für die Nadelhölzer wurde durch J. Wiesner nachgewiesen, daß und wie Verdunkelung die Lebensdauer des Blattes, d. i. der zugehörigen Zweige und Aeste, verkürzt. Daraus erklärt sich der habituelle Charakter geschlossener Bestände vollkommen: die zufällig zurückgebliebenen, „beherrschten" Stämme müssen der „Unterdrückung" anheimfallen. Den gleichstrebenden kommt das mit dem Absterben der beschatteten Aeste frei werdende Mineralstoffmaterial für die im Lichte arbeitenden Gipfeltriebe zu Statten. Im Uebrigen verhalten sich die Waldbäume sehr ungleich in Bezug auf die zur Aufrechterhaltung der Functionsfähigkeit ihrer Blätter erforderliche Lichtstärke. Man redet mit Recht von „lichtbedürftigen" und „Schatten ertragenden" Holzarten und kann in der fraglichen Beziehung die Holzculturgewächse ungefähr[3]) in die nachfolgende absteigende Reihe gruppiren. Obenan steht ohne Zweifel die Weide, als höchst „lichtbedürftige" Holzart. Ihr folgt die Birke, die gemeine Kiefer, sodann die Schwarzkiefer, Lärche, Aspe, Eiche,

---

[1]) Begreiflich vermag selbst ein isolirter, dicht belaubter Baum die inneren Partien seiner Krone im Lichtgenuß zu beeinträchtigen.

[2]) Nur parasitische Gewächse (Pilze) vermögen bei vollkommenem Abschluß des Lichtes zu leben; Saprophyten und Halbschmarotzer (grünlose Orchideen, Monotropeen und Orobancheen) bedürfen zur Entwicklung ihrer Blüthen und zum Reifen der Samen eines gewissen Grades von Licht.

[3]) Bezüglich einzelner Baumarten divergiren die Urtheile noch (vgl. G. Heyer, das Verhalten der Bäume gegen Licht und Schatten. Erlangen 1852), was sehr natürlich ist, da auf die Fähigkeit, Beschattung zu ertragen, auch die Bodenbeschaffenheit, Luftfeuchtigkeit und andere Standortsfactoren von Einfluß sind.

Ahorne, wilde Obstbäume, Erlen, Eschen, Ulmen, Fichte, Weißtanne, Rothbuche, Weißbuche, Linde, Wallnuß, Kastanie. Die meisten Straucharten bilden das Extrem in der Ausdauer im Schatten. Doch erträgt auch die Tanne einen fünfzigjährigen Druck, und entwickelt sich, lichter gestellt, dennoch zu einem schönen, allerdings oft kernschäligen Baume.

Die lichtbedürftigen Holzarten sterben im Schatten bald ab; ihr Holz verwest dann sehr rasch. Späterhin licht gestellt erreichen sie selten oder nie einen schön normalen Wuchs.

Auf die Bildung von Nebenwurzeln wirkt das Licht negativ ein. Am Epheu beobachtet man den Hervortritt der Klammerwurzeln jederzeit an der Schattenseite des betreffenden Triebes. Es könnten dabei Feuchigkeitsverhältnisse maßgebend sein. Th. Irmisch[1]) und J. Sachs[2]) haben jedoch nachgewiesen, daß auch in absolut feuchter Luft die Stamm-Adventivwurzeln der Pflanzen, welche zur Bildung solcher überhaupt geneigt sind, zahlreicher an solchen Stammabschnitten herausbrechen, welche dem Lichtzutritt entzogen sind. Echte Wurzeln, wenn sie dem Lichte exponirt wachsen, zeigen häufig heliotropische Krümmungen, bald positive (Juglans, Quercus), bald negative. An in wässrigen Lösungen stockenden Wurzeln von Pisum sativum war die Summe der unter Lichtzutritt gebildeten Nebenwurzeln erheblich kleiner, ihre Gesammtlänge aber wesentlich größer, als an den gleichzeitig dunkel gehaltenen Wurzeln.[3])

Die Transspiration von Wasser aus der Pflanze wird von dem Lichte in hohem Maße beherrscht. Dieselbe (zweijährige) Erlenpflanze, welche bei einer verdunstungsfähigen Fläche von 41,076 qcm in den 12 Stunden von 7 Uhr Abends bis 7 Uhr früh (im August 1878) 200 ccm Wasser verdunstete, gab in den entsprechenden 12 Tagstunden 1300 ccm, also die 6½fache Menge und in der Stunde von 2—3 Uhr Nachmittags allein 275 ccm Wasser ab: Differenzen, welche sich aus den gleichzeitig beobachteten anderweiten Factoren der Wasserverdunstung keineswegs genügend erklären, vielmehr dem Lichte einen breiten Spielraum übrig lassen.[4])

Diese Erscheinung wird dadurch vollkommen begreiflich, daß die Wasserverdunstung im innigsten Zusammenhange mit der gesammten Lebensthätigkeit der chlorophyllhaltigen Zelle steht, und diese, wie neuerdings Jul. Wiesner[5]) nachgewiesen, einen Umsatz von Licht in Wärme vollzieht, welche letztere zum großen Theile dazu verwendet wird, die Spannkraft des Wasserdampfes in den Gasräumen der grünen Organe zu steigern.

Heliotropische Bewegungserscheinungen nennt man die durch das Licht inducirten. Sie treten zunächst in dem Bestreben der meisten grünen Pflanzentheile (Zweige, Blätter) hervor, sich gegen die Seite der stärksten Licht-

[1]) Beiträge zur morpholog. Botanik. 1854.
[2]) Botan. Zeitung **23** (1865), 119.
[3]) F. Nobbe, Ueber die Wirkung des Lichtzutritts auf die Pflanzenwurzel. Landw. Vers.-Stationen **9**, 71.
[4]) F. Nobbe, H. Hänlein und C. Councler, Tharander Forstl. Jahrb. **30** (1880), 1.
[5]) Sitzungsber. d. Wiener Akademie d. Wissenschaften. Juli 1876.

quelle concav zu stellen. Die Dichte des Baumschlags, die Bodenbeschattung mancher Holzart (Buche, Tanne), läßt sich zum Theil auf die heliotropische Tendenz der Blätter zurückführen. An den Hängezweigen von Fraxinus pendula findet man nicht selten die Blätter der herabhängenden Zweige mit der Oberfläche dem Himmel zugewendet (Fig. 2); ebenso an abwärtswachsenden Epheuzweigen. Bei der Tanne ist diese Tendenz so energisch, daß ein in umgekehrter Richtung gewaltsam befestigter Zweig nach kurzer Zeit seine sämmtlichen Nadeln der Zwanglage zuwider in die Zenithstellung reducirt hat (B. Frank). Die periodischen Lageveränderungen („Schlafstellungen") der Laub- und Blüthenblätter von Robinia u. a. Papilionaceen deuten Lichtwirkungen im Zellinnern an.



Fig. 2. Fraxinus excelsior pendula. Die Blätter (α) am hangenden Zweige horizontal gestellt (Oberseite nach aufwärts). β. Die Vegetationsspitze des Zweiges, vom jüngsten Blatte eingeschlossen.

Nach H. Hoffmann tritt der „Pflanzenschlaf" am raschesten ein im rothen und gelben Lichte, und wird am schnellsten aufgehoben im blauen, am spätesten im rothen Lichte. Es giebt aber auch Pflanzen, auf welche das Licht die entgegengesetzte Wirkung äußert, so daß sie nur Abends ihre Blüthen öffnen; wieder andere entfalten ihre Blüthen nur bei mäßiger Sonnenbeleuchtung, zu mehr oder minder bestimmten Morgen- und Abendstunden, und bleiben sowohl in der Nacht, als auch bei hellem Sonnenschein geschlossen (Linné's Blumenuhr).

Windende Pflanzen sind zum Theil vom Lichte abhängig, d. h. sie schießen im Finstern völlig gerade oder mit sehr geschwächter Windungstendenz empor und winden abermals energisch, wenn sie in den Sonnenstrahl zurückversetzt werden

(Dioscorea Batatas). Eine andere Gruppe windender Pflanzen (Phaseolus, Ipomaea ꝛc.) rotiren um dargebotene Stäbe mit gleicher Stärke im Finstern, wie im Lichte, auch ohne Chlorophyll gebildet zu haben, sowie die Einrollung der Ranken des Kürbis und der Zaunrebe, Bryonia dioica, im Licht und im Dunkeln erfolgt. Doch wird der Halbkreis vom Dunkel zum Lichte schneller beschrieben, als der vom Licht zum Dunkel. Ipomaea jucunda beschrieb einen vollen Kreisumlauf in 5 Stunden 30 Minuten, und zwar brauchte sie zu dem Halbkreise vom Lichte hinweg 4 Stunden 30 Minuten, und zum Lichte hin 1 Stunde. — Lonicera brachypoda rotirt in entgegengesetzter Richtung von Ipomaea, einmal in 8 Stunden, ab vom Lichte in 5 Stunden 23 Minuten, hin zum Lichte in 2 Stunden 37 Minuten. In der Nacht ist die gesammte Rotationsbewegung nahezu eben so groß, wie am Tage, woraus wir mit Darwin schließen müssen, daß das Licht dahin wirkt, den einen Halbkreis zu beschleunigen, den andern zu verzögern. Die Ranken von Bignonia capreolata zeigen constant mit ihrer Spitze nach der dunkelsten Stelle des Hauses „so sicher wie eine Windfahne nach der Richtung des Windes“[1]), obgleich sie anfangs die verschiedenste Richtung einnahmen; die Ranken des wilden Weines, Ampelopsis hederacea, bewegen sich ebenfalls vom Lichte dem Dunkel zu.

Auch das periodische Oeffnen und Schließen der Spaltöffnungen steht unter dem Einfluß des Lichtes. Manche Schwärmsporen von Algen bewegen sich in einem Glasgefäß geradezu locomotorisch nach dem Lichtrande, andere suchen den Schatten. Auch im Finstern erfolgt Bewegung; doch giebt es positiv und negativ heliotropische Zoosporen. Chlorophyllkörner in den Zellen von Algen und Moosen, in den Randzellen des Prothalliums von Farnen, lagern sich im Lichte anders, als im Dunkeln. Dabei verhält sich Roth wie absolute Finsterniß; Blau wie Weiß, weil gefärbte Gläser und selbst Flüssigkeiten sehr viel fremde Strahlen mit durchlassen.

Ueberhaupt ist aus der Summe der bisherigen Beobachtungen zu erschließen, daß die durch Lichtwirkungen bedingten chemischen Actionen im Chlorophyllkorn: die Entstehung und Entfärbung des Phyllocyans, die Assimilation der Kohlensäure und des Wassers, die Zelltheilungen in den durchleuchtbaren Organen, durch jede der prismatischen Farben des Spectrums veranlaßt werden können, unter den hellleuchtenden Strahlen aber am raschesten erfolgen; während die mechanischen Wirkungen auf die Pflanze vorzugsweise stark durch die sogen. chemischen (stark brechbaren) Lichtstrahlen hervorgerufen werden.

Spontane Lichterscheinungen im Pflanzenreich erblicken wir in dem phosphorischen Leuchten nassen weißfaulen Laub- und Nadelholzes, welches dem Verwesungsprocesse selbst zuzuschreiben ist, ohne die Anwesenheit von Pilzen zur nothwendigen Voraussetzung zu haben. Die nämliche Ursache scheint dem Leuchten faulen Laubes, faulender Pilze ꝛc. zu Grunde zu liegen, und was die an manchen gesunden Pilzmycelien, an Rhizomorphen, an Fruchtträgern von Agaricus-Arten ꝛc. bisweilen beobachtete bläuliche, grünliche oder weiße Lichterscheinung

[1]) Ch. Darwin: Die Bewegungen und Lebensweise der kletternden Pflanze. 1876.

betrifft, so ist auch hierbei der Zutritt von Sauerstoff, welcher in dem Processe absorbirt wird, sowie ein gewisser Temperaturgrad als nothwendig nachgewiesen.[1]) Endlich dürfte noch des zuerst von der Tochter Linné's[2]) beobachteten Aufleuchtens der Blumen der indianischen Kresse (Tropaeolum majus) und mancher anderen lebhaft gefärbten Blumen im Dämmerlicht, als einer wahrscheinlich subjectiven Lichterscheinung, zu erwähnen sein.

Wärme.

Der Einfluß der Temperatur auf die Pflanzenwelt macht sich an jedem Organe und Lebensact in besonderem Maße geltend. Die Wurzeln der Bäume wachsen auch während des Winters, wo Stamm, Aeste und Knospen vollkommen ruhen, fort. Bis zum Februar hin nimmt der Jahresring der Wurzeln, Dank der constanteren Bodenwärme, an Breite zu. Dies gilt wenigstens für ältere Bäume, deren Wurzeln in tiefere Bodenschichten hinabreichen. Saatbeetpflanzen dagegen pflegen genau zu dem Zeitpunkt ihre Knospen im Frühjahr zu eröffnen, wo auch die Würzelchen anfangen zu spitzen.[3]) Leitet man im Winter einen Zweig eines Weinstocks oder Epheu durch eine kleine Fensteröffnung in einen erwärmten Raum und durch eine zweite Oeffnung wieder hinaus, so entfalten sich die Knospen des eingeschlossenen Stammtheiles zu Blättern und Blüthen, und nur diese. An einem sonnigen Morgen nach thauloser Nacht welken die Blätter, weil sich der Boden langsamer erwärmt, als die Atmosphäre, sonach die Verdunstung momentan größer ist, als die Wasserzufuhr durch die Wurzeln; das thaubeladene Blatt bleibt frisch, da die Verdunstungskälte die Störung des beregten Gleichgewichts der Temperatur paralysirt.

Für jeden Lebensact der Pflanze giebt es ein „Optimum" der Temperatur, bei welcher der Vorgang am lebhaftesten erfolgt, von hier aus sich verlangsamend — bis zum Erlöschen — nach einer unteren („Minimum-") sowohl, als oberen („Maximum-") Grenze hin.

Das Wirkungsmaß eines bestimmten Plus von Wärme ist jedoch nicht in allen Regionen der Thermometerscala dasselbe. In der Nähe des für einen vegetativen Act maßgebenden Minimums hat eine Wärmeerhöhung, bezw. in der Nähe des Maximums eine Wärmeerniedrigung, einen größeren Effect auf die Beschleunigung des betreffenden Processes, als in der Nähe des Optimums. Eine 20stündige Einwirkung von 8° C. ist durchaus nicht vegetativ äquivalent der numerisch gleichen Summe aus einer 8stündigen Wirkung von 20°. Die Zunahme der Wärme vom Minimum zum Optimum, sowie die Abnahme vom Optimum zum Maximum bilden sonach keine arithmetische vegetative Wirkungsreihe. Es folgt hieraus a priori und wird durch exacte Versuche bewiesen, daß es ein Fehlgriff ist, wenn für die einzelnen Phasen der Vegetation eine Wärmesumme — das

---

[1]) A. de Bary, Morphologie der Pilze, Flechten und Myromyceten. Leipzig 1866. S. 229.

[2]) Abhandl. d. Kgl. Schwedischen Akad. d. Wissensch. 1762.

[3]) Nach Beobachtungen, welche wir im akademischen Forstgarten zu Tharand an Arten von Pinus, Picea, Abies, Taxus, Prunus, Tilia, Alnus &c. zu machen Gelegenheit hatten.

Product aus der Anzahl Tage und deren mittlerer Wärme — ohne Weiteres als sogenannte „Vegetationsconstante" angesprochen wird.

Sofern pflanzliches Leben auf Actionen flüssiger Körper beruht, sind mit dem Gefrierpunkt des Wassers 0° resp. verdünnter Salzlösungen, andererseits mit dem Gerinnungspunkte des Eiweiß (+ 72° C.) — in saurer Lösung, wie sie die meisten Pflanzensäfte darstellen, noch niedriger — im Allgemeinen die Temperaturgrenzen actuellen Pflanzenlebens gegeben. In der That stehen der Angabe Ehrenberg's, derzufolge auf Ischia Algen noch im Wasser von + 81° bis 85° C. vegetiren, die Beobachtungen F. Cohn's und H. Hoffmann's am Karlsbader Strudel entgegen, wonach erst dort Algen gefunden werden, wo die Temperatur auf 53,7° bis 43,7° (Cohn), bez. auf 47,5° (Hoffmann) abgekühlt ist. Wenn andererseits W. Uloth in einem Keller im Eise eingeschlossene Spitzahorn- und anderen Samen gekeimt fand, so ist wohl hier, den begleitenden Umständen nach, mit dem Beobachter anzunehmen, daß durch die leisen Oxydationsprocesse im Samen, oder auch durch Wärmestrahlung von den umgebenden Wänden in die Lufträume des Eisens eine etwas höhere Temperatur erzeugt worden war. Die Beobachtungen von Tietz,[1]) welche für Acer platanoides, Erle und Esche zu einem Wärmeminimum von 7,8°, für Kiefer und Fichte zu 7,5°, für Lärche zu 7,1° führten, sind kritisch sehr anfechtbar.

Jedenfalls ist der Keimact mit seinen Oxydationsprocessen an das relativ geringste Maß äußerer Wärme gebunden. Die meisten Culturſamen beginnen unter 4,75° C. zu keimen, Mais, Moorhirse, Sonnenblume u. A. wenigstens unter 10,5° C., Paradiesäpfel, Tabak und Kürbis zwischen 10,5° und 15,6° C. und nur wenige (Gurke, Melone) scheinen eine Temperatur von 15,6° bis 18,5° C. für die Keimentwicklung zu beanspruchen.[2]) Es ist Thatsache, daß die Samen vieler Alpenpflanzen schon bei Temperaturen unter 2° C. zu keimen vermögen.[3]) Die späteren Lebensacte: die Assimilation, Organgestaltung, Floration und Samenbildung erheischen im Allgemeinen eine Steigerung der Temperatur. Manche Gewürzstoffe werden nur unter der höheren Durchschnittswärme tropischer Klimate, oder, immerhin mangelhaft, der Warmhäuser ausgearbeitet. Isatis erzeugt, nach Schübeler, in Norwegen kein Indigo. J. Sachs constatirte eine Sistirung des Wachsthums der Keimpflanzen an Phaseolus vulgaris, nachdem die Reservestoffe der Samen verbraucht waren. Mit der Erhöhung der Temperatur begann die Weiterentwicklung. Doch ist auch für andere vegetative Bethätigungen die Genugsamkeit sehr tiefer Temperaturen constatirt. Kerner fand, daß der Blühproceß unter Ausbildung normalen fruchtbaren Blüthenstaubs bei manchen Alpenpflanzen unter dem Gletschereise sich vollziehen kann.

Das Optimum der Temperatur für die Keimung der Samen der gemäßigten Zone liegt im Allgemeinen zwischen 25° und 31° C., und greift nur bei Mais,

---

[1]) Ueber die Keimung einiger Coniferen und Laubhölzer 2c. Leipzig, 1874.

[2]) A. Kerner, Sitzungsber. d. naturwissensch.-med. Vereins zu Insbruck. Mai 1873. Botan. Zeitung **31** (1873). 437.

[3]) F. Haberlandt, Landw. Vers.-Stat. **17**, 104.

Reis, Kürbis und einigen anderen zu uns importirten Culturspecies etliche Grade höher. Die obere Temperatur-Grenze — jenseits welcher das Zustandekommen des Keimungsprocesses fraglich wird — liegt bei 25° bis 31° C. für Leindotter, Koriander, Majoran, für 44° bis 50° C. für Mais, Hirse, Hanf, Karde, Paradiesapfel, Kürbis, Gurke, Zuckermelone. Die meisten übrigen landwirthschaftlichen Culturſamen keimen nicht mehr bei einer Temperatur von 37,5° C.

Dagegen ist es Thatsache, daß der ruhende Same mancher Gattungen, besonders der Nadelhölzer, eine trockene Luft von 50° bis 60°, Samen der Pinus laricio, Fichte und Lärche, nach Wiesner, sogar von 70° C. kurze Zeit ertragen, ohne an der potentiellen Keimung geschädigt zu werden. Selbst Siedehitze überstehen einzelne Exemplare von Samen der Papilionaceen (Robinia, Sarothamnus 2c.) in mehrstündigem Wasserbade ohne Gefahr für die spätere Keimung.[1]) Allerdings sind dies in der Regel Samen, deren Oberhaut besondere Schutzmaßregeln dem Eintritt des Wassers entgegensetzt. Wurde die Oberhaut vor dem Beginn des Experimentes verletzt, so daß Wasser einzudringen vermag, so gehen die Samen unfehlbar ihrer Lebenskraft verlustig. Der natürliche Boden erfährt im Hochsommer in seinen oberflächlichen Schichten bisweilen eine Erhitzung, welche dem actuellen Keimungsprozeß entschieden unzuträglich ist. So beobachtete A. von Humboldt[2]) am Orinoko in der Station Maypures (5° 13′ 57″ n. Br.) Nachmittags 2 Uhr in einem losen grobkörnigen Granitsande, auf welchem Gräser vom frischesten Grün wuchsen, 60,3° C. Ein gleichfalls weißer, aber feinkörniger und dichter Granitsand zeigte 47,8°. In der gleichen Zeit zeigte ein Thermometer 8′ über dem Boden im Schatten 29,6°, in der Sonne 36,2° C. Auch in den gemäßigten Zonen sind extrem hohe Bodentemperaturen öfter beobachtet worden: so von Schübeler in Tübingen (im Juni) 65,5° C. bei einer gleichzeitigen Luftwärme von 25,5° C. Nach Hellriegel[3]) konnte die Temperatur des Bodens auf 59,9° C. gesteigert werden, ohne daß die Pflanzen litten.

Diese Umstände müssen auf die Vertheilung der Gewächse nach Breitengraden einen bestimmenden Einfluß üben. Noch mehr als der Keimproceß sind die anderen Vorgänge in der wachsenden Pflanze von der Lufttemperatur abhängig, welche ihrer Natur nach, mit Desoxydation verbunden, Wärme binden: die Wasserverdunstung, Assimilation von CO_2 und Wasser, Chlorophyllbildung, die Entstehung anderer organischer Pflanzenproducte, die Bewegung der Stoffe im Pflanzenkörper, die Reizbewegungen 2c.

Für das Ergrünen der Chlorophyllkörner ist zwar das Licht, in der weitaus größten Mehrzahl der Fälle, die erste Ursache; ein Minimum von Wärme aber ist zur Grünfärbung unerläßlich. Bei Pinus Pinea liegt die untere Temperaturgrenze für das Ergrünen, nach Sachs[4]), zwischen 6° und 11° C. Bei Brassica erfolgte ein sehr langsames Ergrünen ans Licht gebrachter noch gelber Dunkel-

[1]) F. Nobbe, Handb. der Samenkunde. Berlin 1876. 228.
[2]) Reise in die Aequinoctialgegenden des neuen Continents. Deutsch von H. Hauff. 1862. V. 30.
[3]) Landw. Verf.-Stat. **10** (1868), 107.
[4]) J. Sachs, Experimental-Physiologie. Leipzig 1865.

Keimlinge bei 3° bis 5° C., Phaseolus und Mais ergrünten bei + 6° C. Die winterliche Gelbfärbung der ausdauernden Blätter mancher Coniferen (Biota, Taxus, Pinus, Abies-Arten), welche im Frühling wieder ergrünen, fällt daher in den Bereich der vegetativen Wärmewirkungen, indem einfach das vom Lichte continuirlich zerstörte Chlorophyll (S. 18) in niederer Temperatur nicht wiedererzeugt wird. Die winterliche Braunfärbung dagegen tritt erst bei stärkeren Kältegraden (Frost) ein, und beruht auf der Wirkung eines braungelben Farbstoffs aus dem Chlorophyll. Auch dieser Farbstoff schwindet mit der wiederkehrenden Frühjahrswärme, ebenso wie die durch die Bildung von Anthocyan hervorgebrachte temporäre Rothfärbung anderer den Winter überdauernder Blätter (Sedum-, Saxifraga-, Sempervivum-Arten). Eine vierte, seltenere Form winterlicher Nadelbräunung im Gefolge von Spätfrösten ist mit einer definitiven Zerstörung der Blätter verbunden.[1])

Als die für eine vegetative Leistung erforderliche Wärme kann selbstredend nur die Temperatur des Zellsaftes in Anspruch genommen werden. Diese ist nicht identisch mit der äußeren Lufttemperatur. Schon die Transspiration der Blätter muß deprimirend wirken. Die Wärme innerhalb der Baumstämme schwankt in engeren Oscillationen, als die der Außenluft, von welcher letzteren die Innenwärme des Baumes in der Art abhängig ist, daß die Bodenwärme longitudinal, die Luftwärme transversal in das Bauminnere geleitet wird. Untersuchungen von H. Krutzsch[2]) haben für Pinus otrobus und Acer, solche von Becquerel[3]) für Castanea, gezeigt, daß ein in den Baumstamm eingeführtes Thermometer am Tage niedriger, Abends und Nachts höher steht, als in der Luft. Auch stärkere Aeste erreichen nie die Maxima und Minima der Luftwärme, dünne Zweige wahrscheinlich annähernd. Obgleich die mittlere Temperatur der Luft und des Baumes dieselben sind, trat doch das tägliche Maximum im Stamme im Winter erst um 9 Uhr Abends und im Sommer um 12 Uhr Nachts ein, und die mittleren Wärmeschwankungen waren im Baume im Winter bisweilen um viermal geringer, als gleichzeitig in der Luft. Es können so in verschiedenen Theilen des Baumes und in verschiedenen Tiefen des Stammes gleichzeitig sehr ungleiche Temperaturen herrschen, um so mehr, als die Wärmeleitung in radialer Richtung der überhaupt schwach leitenden Holzzellen geringer ist, als in der Längsrichtung, namentlich bei weicheren Hölzern, wo das Verhältniß 18:10 werden kann, gegen 12:10 bei den härtesten (Buchsbaum, Acacie &c.) und 14:10 bei der Eiche &c. Gerade entgegengesetzt verhält sich der Ausdehnungscoefficient der Holzzellen unter dem Einfluß der Temperatur. Die Untersuchungen Villarsi's[4]) ergeben für

---

[1]) Vgl. H. v. Mohl, Vermischte Schriften. G. Kraus, Untersuch. über die winterliche Färbung immergrüner Gewächse, Botan. Zeitung 1872, 109; 1874, 406. G. Haberlandt, Unters. über die Winterfärbung ausdauernder Blätter. Sitzungsber. d. Wiener Akad. d. Wissensch. 1876. I. Abth. April. F. Nobbe, Ueber die Wirkung des Spätfrostes am 20. u. 21. Mai 1876. Forstl. Thar. Jahrbuch **26** (1876).

[2]) H. Krutzsch, Tharander forstl. Jahrb. **10** (1860) 2. F. III.

[3]) Becquerel, Compt. rend. **62**, 1207.

[4]) Poggend. Ann. **133** (1868) 412.

die Ausdehnung verschiedener Hölzer in der radialen Richtung höhere Zahlen, als in der Längsrichtung, ein Verhältniß, welches auch die Ausdehnung und Zusammenziehung der Holzzellen unter dem Einfluß wechselnden Wassergehalts beherrscht und die „Schwindrisse“ erzeugt. Nach Villarsi wäre das Verhältniß der Radialausdehnung zur Längenausdehnung bei einer Wärmeerhöhung um je einen Grad (zwischen 2° und 34°) beim (trockenen) Buchsbaumholz = 25 : 1, Tanne 16 : 1, Eiche 12 : 1, Pappel 9 : 1, Ahorn 8 : 1, Fichte 6 : 1.

Selbst in der Krone hoher Bäume ist der Gang der Temperatur, elektrothermischen Messungen zufolge, nicht ganz conform der umgebenden freien Luft. Es machen sich hierbei die Transspiration und Wärmestrahlung der Blätter und Zweige, sowie die chemischen, überwiegend desoxydirenden, d. h. Wärme bindenden Vorgänge der Assimilation und Stoffbildung einerseits, andererseits die Absorptionsfähigkeit derselben für strahlende Sonnenwärme und die, immerhin unbeträchtlichen, Verwesungsvorgänge in den Geweben geltend. Auch die krautartigen und Graspflanzen können sich Nachts um 7° bis 8° tiefer abkühlen, als die umgebende Luft. Nur die Florationsperiode ist in den Blüthen von bisweilen meßbarer Wärme-Entwicklung begleitet. Große und kurzlebige Blüthen, wie die Victoria regia u. A., entwickeln oft bis eine um 7° bis 8° ihre Umgebung übertreffende Wärme. Die Abkühlung der Pflanzen durch Strahlung ist begreiflich am größten im freien Stande und in sternhellen Nächten, gering in wolkigen Nächten und unter Bestandsschutzholz, welches daher in „Frostlöchern“ besonders nützlich ist.

Die Transspiration lebender Pflanzenorgane ist zwar in höherem Grade vom Lichte, welches die Assimilation anregt, als von der Temperatur abhängig; allein die Aufnahme des Wassers durch die Wurzeln steht in entschiedener Beziehung zur Bodenwärme. Das Welken, welches auf einem Mißverhältniß zwischen Wasserzufuhr und Wasserverdunstung beruht, tritt keineswegs nur auf ausgetrocknetem Boden, sondern selbst bei Pflanzen, welche in wässrigen Nährstofflösungen wurzeln, zwar in der Regel in sonnigen Mittagsstunden ein, und schwindet auf Beschattung und gegen Abend, auch wenn die Luftwärme nur um wenige Grade abgenommen hat, weil hierdurch die Verdunstung herabgedrückt wird, während inzwischen die Bodenwärme ihrem Maximum sich annähert.

Die Zersetzung der Kohlensäure und Sauerstoff-Abscheidung durch die grünen Blätter beginnt nach Boussingault[1]) an der Lärche schon bei 0,5° bis 2,5° C. Das Zustandekommen der spontanen kreisenden Bewegungen der Seitenblättchen an Hedysorum gyrans setzt wesentlich höhere Temperaturen voraus, und ein Umlauf erfolgt, je nach der Temperatur (über 22° C.), in 2 bis 3 Minuten (J. Sachs).

Tödtliche Wirkungen der Temperaturen unter dem Nullpunkt machen sich im Pflanzenreich geltend als Frühfröste (im Herbst), Spätfröste (im Frühjahr) und eigentliche Winterfröste. Erstere sind namentlich den spät zum Knospenschluß gelangenden Holzarten gefährlich (Robinia, Ampelopsis, Vitis, Morus). Bedeutsamer wirken die Spätfröste ein; sie treffen die von der Frühjahrswärme

[1]) Compt. rend. 68, 410.

hervorgelockten jungen Blatt- und Blüthensprossen der Laub- und Nadelhölzer, seltener die im Uebergange zum Sommerzustande begriffenen älteren Nadeln der Coniferen.[1])

Eine Frostwirkung erfahren die safterfüllten Pflanzen bisweilen schon, wenn die Lufttemperatur noch einige Grade über dem Nullpunkt steht; da, wie bemerkt, durch Verdunstung und Wärmestrahlung eine Erniedrigung der Innenwärme der Pflanzen unter die Temperatur der umgebenden Luft bewirkt wird. Die Bethaubarkeit der Pflanzen, die Reifbildung über 0°, beruht auf der nämlichen energischen Wärmestrahlung der ersteren. Die nächste Folge der Abkühlung unter den Nullpunkt ist das Gefrieren der Zellsäfte, verbunden mit einer molecularen Disaggregation des Primordialschlauchs, des Protoplasma's überhaupt. Dadurch verlieren diese Gebilde ihr osmotisches Vermögen, sie werden passiv durchlässig; die Zellflüssigkeit filtrirt nunmehr, ohne daß in der Regel die Zellmembranen zerrissen wären, in die intercellularen Lufträume, weshalb das vom Frost getödtete Blattorgan nach dem Aufthauen pellucid, wie wasserdurchtränkt, erscheint. Aehnliche Wirkungen äußern manche Gifte[2]) (ätherische Oele, Schwefelwasserstoff ꝛc.) und selbst Orkane auf die ihnen exponirten Blätter.[3])

Der Zustand des Gefrorenseins hat keineswegs den Tod der Pflanze zur nothwendigen Folge: Gefrieren ist nicht identisch mit Erfrieren. Ob das gefrorene Blatt erfrieren (getödtet werden) wird, ist einestheils abhängig von dem Grade der erlittenen Desorganisation, d. i. von der Tiefe der wirksam gewesenen Temperatur, andererseits aber von der Art des Aufthauens der gefrorenen Zellsäfte. Eine sehr zögernde Temperatur-Erhöhung vermag unter Umständen die Reorganisation des Protoplasma's zu gestatten und dadurch die Wirkung des Gefrierens zu paralysiren, während ein rasches Aufthauen unfehlbar den Tod im Gefolge hat. Hierauf beruhen verschiedene empirisch gärtnerische und forstliche Manipulationen, welche im Wesentlichen eine Verzögerung des Aufthauens herbeiführen: das Besprengen gefrorener Gartengewächse mit Wasser; Beschirmen derselben mit Matten beim Sonnenaufgang; Umwinden und Bedecken zarter Gewächse mit Laubstreu; Bestandesschutzholz in „Frostlöchern"; die Rauchfeuer der Indianer. Weinbergsbesitzer in Frankreich umkränzen ihre Pflanzungen an der Windseite mit Gefäßen voll stark russenden Oeles, welches nach bedenklichen Nächten — sobald vor Sonnenaufgang die Temperatur unter + 6° C. gesunken ist — entzündet wird und eine dichte Rauchwolke über den Weinberg entsendet.

Pflanzen auf nassen Standorten, zartblättrige, saftreiche Gewächse sind empfindlicher gegen Frost, als saftarme; das unreife Holz der Pflanzen mit spätem

---

[1]) Der starke Spätfrost am 19. u. 20. Mai 1876 bot dieses interessante Phänomen an Fichten, Kiefern, häufig dar. s. F. Nobbe, Thar. forstl. Jahrb. 1876.

[2]) F. Nobbe und H. Hänlein, über die Wirkung des Lavendel- und Krausemünzöls, sowie des Benzins auf das Pflanzenleben. Landw. Vers.-Stat. **21** (1878), 437.

[3]) Kaum anders vermag ich eine Erscheinung zu deuten, welche ich im September 1869 auf der Nordseeinsel Spikeroog beobachtete. Nach einem nächtlichen Orkane hatten die Blätter verschiedener Gartensträucher (Sambucus nigra, Syringa vulgaris u. a.) am Morgen ein dem Gefrorensein durchaus ähnliches schlaffes, mißfarben pellucides Ansehen und starben darauf ab. Ob hier eine übermäßig angeregte Transspiration die Abkühlung unter den Nullpunkt hervorbrachte? N.

Knospenschluß und der Augusttriebe erfriert leichter, als die vollkommen verholzten Zweige mit frühem Knospenschluß. In den Blüthen sind es häufig nur die Fruchtknoten, welche dem Spätfrost erliegen, während die Hüllorgane keinerlei Frostwirkung erkennen lassen. Früh austreibende Individuen der Buche, Fichte rc. sind selbstredend gefährdeter, als spät aufbrechende, eine Thatsache, deren praktische Bedeutung auf der Hand liegt.

Der eigentliche Winterfrost vermag den ruhenden Organen einheimischer Bäume, vom Schneedruck und Duftanhang abgesehen, wenig anzuhaben. — Der sogen. Barfrost hat häufig ein „Frostziehen" oder „Aufziehen" junger Pflanzen zur Folge, indem das im Momente des Gefrierens sich ausdehnende Wasser die oberste Bodenschicht, mit ihr die Wurzeln, emporhebt. Dabei werden zahllose Wurzelfasern zerrissen, und wenn der Boden sich wieder setzt, fallen viele Pflänzchen um. Die Bedeutung der Schneedecke liegt eben darin, daß die Eiskrystalle und Luft, welche die Schneedecke bilden, beide, als sehr schlechte Wärmeleiter, schroffe Temperaturwechsel hindern. Eine starke Schneedecke kann nachtheilig werden durch Sauerstoff- und Lichtabschluß (der Schnee läßt, wie Wasser und Eis, nur blaues Licht in tiefere Schichten eindringen)[1], wodurch die Saaten verfaulen können. An Stämmen erzeugt der Winterfrost die bekannten „Frostspalten" durch die Contraction der Rinde und des Splintes, welche, wie Caspary[2]) nachwies, in der Richtung des Umfanges stärker als in der des Radius erfolgt. Mit der Erhöhung der Temperatur schließt sich vorübergehend der Spalt. Die Ueberwallung der Frostrisse bringt eine stark vorspringende Längsleiste der Stämme hervor, die sogenannte Frostleiste, da die Ueberwallung im geschlossenen Zustande der Spalte, mithin unter dem Gegendruck der Ueberwallungsränder erfolgt.

Auf die Richtung der Aeste soll ein starker Frost nach den Beobachtungen Caspary's[3]) folgendermaßen einwirken: 1) Bei starkem Froste zeigen die Aeste aller Bäume die Neigung, ihre Richtung nach der Seite hin zu verändern: Aesculus, Carpinus, Acer constant nach links, Abies, Larix, Tilia, Rhamnus nach rechts. Die Intensität der Kälte steigert den Winkel. 2) In verticaler Richtung neigen sich mit dem Eintritt des Frostes die Aeste (namentlich schwächern) der Linde, Lärche, Tanne; dagegen heben sich die Aeste von Pterokarya caucasica und Negundo, und die von Aesculus und Rhamnus heben sich bei leichtem, senken sich bei starkem Froste.

Diese der weiteren Verfolgung würdige Beobachtung ist übrigens nicht neu. Schon in der Mitte des vorigen Jahrhunderts berichtet der Oberprediger Gottl. Ren. Campe zu Alt-Landsberg[4]) die gleiche Erscheinung an einer 6—800 Jahre alten Linde, an welcher das Ende eines $2^1/_2$' starken 50' langen Astes im Winter 1740—45 „lediglich von dem Ab- und Zunehmen des Frostes" sich von 10' auf $1^1/_2$' Entfernung vom Erdboden, also $8^1/_2$' senkte, im Sommer zu seiner

[1]) F. C. Henrici, Journ. f. Landw. **14**, 227.
[2]) Das „Aufhauen" in Frostlöchern hat dagegen die Einfuhr wärmender Luft zum Zwecke.
[3]) Botan. Zeitung **15** (1857). Nr. 20—22.
[4]) Physikal. Belustigungen, herausgeg. von C. Mylius (1752). 641.

früheren Lage zurückging. Der Herausgeber der „Physikalischen Belustigungen" sucht den Vorgang mechanisch zu erklären durch die Verkürzung, welche die Kälte an einem dem Stamme unbeweglich eingewachsenen Aste in dessen freien terminalen Partien, und zwar an der Unterseite, hervorrufen müsse; auf die verschiedengradige Contraction, welche die einzelnen Gewebsarten in der Kälte erfahren, ist jedoch in dieser Erklärung so wenig Rücksicht genommen, wie auf die Schwächung der Turgescenz, welche die Zellwände beim Gefrieren, in Folge des Wasseraustritts in die Zellenzwischenräume, erleiden müssen. Auch die Thatsache, daß verschiedene Bäume eine verschiedene „Frost"-Richtung zeigen, bedarf noch der näheren Aufklärung.

Elektricität.

Das normale Vorhandensein elektrischer Ströme im lebenden Pflanzengewebe ist neuerdings durch Joh. Ranke[1], B. Sanderson[2], H. Munk[3] u. A. experimentell nachgewiesen worden. Längsfasrige bez. parallelfasrige Pflanzenstücke von wesentlich gleichartiger chemischer Natur, welche der Epidermis beraubt sind, zeigen nach Ranke constant einen wahren elektrischen Strom, welcher in dem leitenden Bogen vom Querschnitt zum Längsschnitt gerichtet ist. Der Querschnitt ist mithin negativ elektrisch gegenüber dem nackten Längsschnitt. Besonders stark erwies sich die elektro-motorische Kraft des freien Holzcylinders oder von Stengelabschnitten verschiedener Holzgewächse, von denen man die äußeren trockenen Schichten bis auf das Cambium entfernt hatte, z. B. bei Fichte, gemeiner und Schwarzkiefer, Birke, Lebensbaum, Linde, Roßkastanie, Bergahorn, Wallnuß, Platane, Epheu, Wein u. A.

Außer diesem „starken" elektrischen Pflanzenstrome beobachtete Ranke an den erwähnten Pflanzengeweben noch „schwache" Querschnitts- und Längsschnitts-Ströme. Mit dem Absterben der Pflanzenpräparate erlöschen die „wahren" elektrischen Pflanzenströme; es treten nur noch unregelmäßige „falsche" Stromentwicklungen auf, wie sie auch abgeschnittene Pflanzenstücke zwischen dem Quer- und Längsschnitt oder in Folge chemischer Ungleichartigkeiten der Gewebe darbieten.

In dem reizbaren, zweiflügligen Blatte der Venusfliegenfalle (Dionaea muscipula), einer der „insectenfressenden" Pflanzen, constatirte Sanderson einen elektrischen Strom, welcher von der Basis zur Spitze der Blattfläche verläuft. H. Munk hat diese Erscheinung bestätigt und gezeigt, daß das Dionaea-Blatt den Nerven, Muskeln und elektrischen Organen mit seiner elektro-motorischen Kraft sich an die Seite stellt. Auch hier ist die elektrische Erscheinung nur dem lebenden Blatte eigen.

Die spontan erzeugten elektrischen Ströme sind von Bedeutung für die vitalen Actionen innerhalb der Zellen. Im Dionaea-Blatte tritt nach Sanderson, wenn dasselbe durch einen Reiz sich schließt, eine negative Schwankung ein, analog

---

[1] J. Ranke, Kgl. Bayr. Akad. d. Wiss. Math.-phys. Classe. Sitzung v. 6. Juli 1872. S. 177.
[2] Sanderson, „Nature". Bd. 10 (1874).
[3] Munk, Die elektrischen und Bewegungserscheinungen am Blatte der Dionaea muscipula. Leipzig 1876.

der negativen Schwankung beim Zucken des Muskels. Es sind ferner, nach Velten[1], elektrische Ströme, welche die Protoplasma-Bewegungen in den Pflanzenzellen verursachen. Leitet man in eine Zelle oder ein Aggregat von Zellen einen Inductionsstrom, so werden die Inhaltskörper dieser Zellen in Rotation, Circulation oder Glitschbewegungen versetzt: Stärkekörner und andere Partikelchen rotiren um ihre eigene Axe und können auch eigentliche Rotationen ausführen, und die so erzeugten Bewegungen sollen vollkommen analog sein den spontanen Bewegungsarten, welche in der lebenden Zelle beobachtet werden.

Den Einfluß der atmosphärischen Elektricität suchte L. Grandeau dadurch zu ermitteln, daß die Versuchspflanzen mit einer Faraday'schen eisernen Stellage überstülpt wurden, deren 4 Beine durch ein Gitter aus feinem Eisendraht verbunden waren und dem Lichte, der Luft und Feuchtigkeit freie Circulation verstatteten, die Pflanze aber der atmosphärischen Elektricität vollständig entzogen. Im Vergleich zu den Controlpflanzen hatten die so behandelten Individuen schließlich nur etwa die Hälfte der normalen Trockensubstanz producirt, waren auch in ihrer Entwicklung entsprechend zurückgeblieben.

Durch Application starker elektrischer Ströme wird der lebendige Zellinhalt getödtet.

Die Wirkung des Blitzschlages im Walde ist durchaus nicht immer auf einzelne Baum-Individuen beschränkt, sei es, daß der Blitzstrahl eine Theilung erfährt oder daß sogenannte Rückschlage erfolgen.[2] Häufig sieht man um den betroffenen Stamm einen Horst äußerlich unverletzter Bäume nachträglich absterben. Seinen Weg von dem Angriffspunkte an dem direct betroffenen Baumstamme — in der Regel dem höchsten Gipfel oder einem hervorragenden Punkte — nimmt der Blitz abwärts in dem gut leitenden Cambium. Stärkere Schläge verlaufen auch in dem Splinte, hier einer etwaigen Drehung der Holzfasern folgend, in einer mehr oder minder stark gewundenen Schraubenlinie (Fig. 3) bis in die Wurzel hinab. Eine plötzliche übermächtige Verdampfung der Zellsäfte verschleudert die durch und durch und in allen Gewebselementen gleichmäßig zerstörten Splitter von Rinde und Splintholz auf weite Strecken — bis 50 Schritt —, wobei die zerreißende Kraft mehr von innen nach außen, als seitlich wirkt: die Splitter sind in radialer Richtung breiter, als in tangentialer; sie erscheinen nicht verkohlt; auch wird kaum jemals der gesunde Baum entzündet.[3] Die Wirkung des Blitzstrahls erstreckt sich lediglich auf die direct zurückgelegten Bahnen; die Wundränder werden überwallt, vorausgesetzt, daß nicht die Zerstörung eine so tiefgreifende war, daß der betreffende Ast vertrocknen muß. Doch wurden auch Fälle beobachtet, wo der Tod eines Baumes eintrat, obgleich äußerlich nur unbedeutende Verletzungen

---

[1] Velten, Einwirkung strömender Elektricität auf die Bewegung des Protoplasma. II. Th. Sitzungsber. der K. K. Akad. der Wissensch. zu Wien. 1876. 74. Bd.

[2] F. Buchenau, Mittheilungen über einen interessanten Blitzschlag in mehrere Stämme. Dresden 1867. — F. Cohn, ein interessanter Blitzschlag. [illegible]

[3] Caspary, über einen Blitzschlag, der einen Birnbaum in Flammen setzte. Schriften der physik.-ökon. Gesellsch. zu Königsberg. Bd. III. 1861.



Fig. 3. Blitz-Eiche (nach F. Buchenau), 70′ hoch, 9′ Stammumfang. Bei a Insertionspunkt des herabgeschmetterten Astes; b. c. d. an ihrer Basis verletzte, später vertrocknete Aeste; e. unverletzter Ast; II. und III. herabhangende Scheite. x u. y zwei benachbarte kleine Aeste: oberhalb x, unterhalb y ist der Splint zerstört worden, mithin letzterer Ast vertrocknet.

durch den Blitzschlag sichtbar waren. Die Behauptung, daß einzelne Baumarten, z. B. die Birke, vom Blitze nicht getroffen, oder doch nur im Gipfel ringsum die Aeste losgeschlagen werden, ohne daß der Blitz am Baume herablaufe, bedarf der Bestätigung.

Schwerkraft.

Die Gravitation äußert auf die Pflanzenwelt ihre Wirkung, welche man die „geotropische" nennt, nicht bloß an den abwärts wachsenden „geotropischen" Organen. Auch die senkrecht oder unter einem bestimmten Winkel schräg emporgerichteten Organe sind dem „Geotropismus" unterworfen. An den oberirdischen Pflanzentheilen wird der Geotropismus in der Regel theilweise paralysirt durch die heliotropischen Wirkungen des Sonnenlichts. An den herabhangenden Zweigen von Trauerbäumen, an abwärtswachsendem Epheu ꝛc. sind wenigstens die Blätter, vermöge einer Drehung ihres Blattstiels, horizontal gestellt, die Oberseite zum Zenith, oder zu dem Einfallsloth der Lichtstrahlen hin gewandt (Fig. 2, S. 23). Die Wirkung der Gravitation wird um so ergiebiger, je weniger die Verholzung eines Organes Schritt hält mit dessen Gewichtszunahme. Die Maitriebe der Kiefern, anfangs kerzengleich emporstrebend, neigen allmählig der Horizontale zu; nicht anders die im Blüthezustande aufrechten, später hangenden Zapfen von Kiefern und Fichten. Der Tannenzapfen, dessen Stützpunkt in die Gravitationsaxe fällt, behält seine senkrechte Anfangsrichtung bis zur Reife, wobei die außerordentliche Stärke des ihn tragenden Zweiges das Ihrige mitwirkt. Die überhangenden, lang gedehnten, dünnen Gipfeltriebe der Ulmen, Rothbuchen, Hainbuchen ꝛc. beginnen erst, wenn ihre untere Partie verholzt, sich aufzurichten.



Fig. 4. Abies pectinata Dec. Aufgerichteter Zweig an der Spitze eines abgebrochenen. a Blattspur, b Achselknospe.

Eine indirecte Wirkung der Schwerkraft macht sich, in Folge ihres Einflusses auf die Säftebewegung, in der kräftigeren Ausbildung senkrechter, im Vergleich zu horizontalen oder schief aufsteigenden Axengliedern geltend. An der Terminalknospe der Hauptaxe ist der Stengelumfang nicht bloß absolut, sondern auch

im Verhältniß zur Querschnittfläche der Blattbasis größer, als an den Terminalknospen der Seitenaxe. Hierauf beruht die nicht seltene Umsetzung einer zweizeiligen (decussirten) Blattstellung[1] an der senkrechten Hauptaxe in eine spiralige nach $^2/_5$ oder $^3/_8$ an den Seitensprossen (s. unten), sowie auch die regelmäßige Aufrichtung von Seitentrieben der Nadelhölzer nach Verlust des Gipfelsprosses hierher gehört (Fig. 4).

Die Ueberwindung der Gravitation durch die Centrifugalkraft wurde schon von Knight[2]) veranschaulicht, indem er, in dem bekannten Experimente, an der Innenseite rotirender Mühlräder befestigte Keimpflänzchen bei einer Geschwindigkeit von 150 Umdrehungen in der Minute die Wirkung der Gravitation aufheben und die Wachsthumsachse sich radial nach außen richten sah. Durch in hohem Grade verfeinerte Apparate wurde neuerdings die Tendenz der Wurzelspitze von Keimpflänzchen nach dem Mittelpunkte der Erde zu bestätigt und ihre Zugkraft gemessen, die Ansicht Hofmeister's aber, daß eine Plasticität der Wurzelspitze die Ursache der geotropischen Abwärtskrümmung sei, als nicht haltbar aufgegeben.

---

[1]) S. Schwendener, Mechanische Theorie der Blattstellungen (1878) 133.
[2]) Philos. Transactions 1806. II. 99.

Allgemeine Botanik.

Die allgemeine Botanik umfaßt vier Hauptabschnitte, nämlich: 1) die Lehre von den Standorts-Verhältnissen und der durch die klimatischen und Bodenverschiedenheiten bedingten Verbreitung der einzelnen Pflanzenarten und Familien über die Erdoberfläche: *Pflanzengeographie*; 2) die Lehre von der organischen Zusammensetzung, inneren Structur und äußeren Form der einzelnen Organe, nebst ihrer Entwickelungsgeschichte: *Organographie*; 3) die Lehre von den Lebensverrichtungen der Pflanzen und den Functionen der einzelnen Organe: *Pflanzen-Physiologie*; und 4) die Lehre von der Classification der Pflanzen: *Systemkunde*.

Erster Abschnitt.

Pflanzengeographie (Geobotanik).

Die Pflanzengeographie ist die Lehre von der Verbreitung der gegenwärtigen Erdflora über die Oberfläche unseres Planeten. Ihr eigentlicher Schöpfer ist **Alexander von Humboldt**.[1])

Mit den zum Gedeihen der Pflanzen erforderlichen Bedingungen, namentlich Feuchtigkeit, Wärme, Licht und zusagender Bodenbeschaffenheit, wechselt auch, in endloser Abstufung, die Physiognomie des Bodenbestandes in den verschiedenen Regionen der Erde. Namentlich machen sich in der Fülle und Mannichfaltigkeit der Flora zwei Hauptrichtungen bemerkbar: horizontal vom Aequator nach den Polen, vertical nach Maßgabe der Meereshöhe. Unter dem Aequator, wo bei fast gleichbleibender Mittagshöhe der Sonne auch die Temperatur im Laufe des Jahres ge-

---

1) Ideen zu einer Geographie der Pflanzen nebst einem Naturgemälde der Tropenländer. Tübingen 1807, 4. — Essai sur la géographie des plantes, accompagné d'un tableau des régions équinoxales. Paris 1805, 4.

ringeren Schwankungen unterliegt, tritt bei hinlänglicher Feuchtigkeit fast nie ein Stillstand im Wachsthum der Pflanzen ein, oder die Phasen der Vegetation sind an die Regenzeit gebunden. Je größer aber der Unterschied der Tageslänge am längsten und kürzesten Tage wird, desto mehr sinkt die mittlere Jahrestemperatur, und desto länger dauert auch die winterliche Unterbrechung in der Entwickelung der Gewächse, bis nahe an den Polen alle Vegetation aufhört. Es bilden sich daher vom Aequator bis zu den Polen bestimmte Erdgürtel mit verschiedener Temperatur und charakteristischen Vegetationsformen, als welche man Holzgewächse, succulente Gewächse, Schlingpflanzen, Epiphyten, Kräuter, Gräser und Zellenpflanzen zu unterscheiden hat. Die heiße Zone erzeugt Palmen, die intensivsten Gewürze, ätherische Oele, Narkotica, während unsere Wald- und Obstbäume, unser Getreide rc. dort eben so wenig, wie im hohen Norden fortkommen. Von den Hochlagen der tropischen Gebirgszüge ist hier natürlich abgesehen, auf welchen mit der Meereshöhe die klimatischen Verhältnisse in der Art, den höheren geographischen Breiten entsprechend, geändert sind, daß daselbst unsere Getreidearten ganz gut gedeihen.

Wenn aber jede Pflanze zu ihrer Entwickelung sowohl eine bestimmte Höhe der Temperatur, als auch eine bestimmte Dauer derselben bedarf, so kommt hierbei nicht nur die mittlere Jahrestemperatur eines Ortes in Betracht, sondern vorzüglich auch die Extreme der Temperatur während des ganzen Jahres, sowie die Temperaturcurve der einzelnen Monate und Jahreszeiten. Jede Pflanze muß daher auch ihre bestimmten Grenzen auf der Erdoberfläche haben, innerhalb welcher sie wild wächst und gedeihen kann, und diese bestimmen dann den Bezirk ihrer geographischen Verbreitung von dem „Vegetationscentrum" aus, dem Orte der ursprünglichen Entstehung einer Pflanzenart. Nur sehr wenige Pflanzen kommen unter allen Klimaten fort, wie z. B. die Vogelmiere, Stellaria media. Neben dem Klima üben auch der Boden und mitunter ganz besondere Oertlichkeitsverhältnisse ihren Einfluß auf das Vorkommen von Pflanzen aus; weshalb oft ganze Pflanzengruppen fast ausschließlich auf bestimmte Landstriche beschränkt sind, obgleich auch anderswo die klimatischen Verhältnisse dieselben sind. Aus demselben Grunde sind manche Gräser innerhalb ihres Verbreitungsbezirks sehr häufig und fast unter allen Umständen anzutreffen, während andere Pflanzen nur an bestimmten Localitäten und zuweilen nur auf sehr beschränktem Raume vorkommen, z. B. Wulfenia carinthiaca, Braya alpina rc. Nebstdem hängt das mehr oder minder häufige Auftreten einer Pflanze auch von ihrer Individualität ab, indem manche Spezies selbst unter den günstigsten Umständen immer nur vereinzelt vorkommen, während andere zuweilen in solcher Masse auftreten, daß sie alle anderen Pflanzen fast ganz verdrängen, z. B. das isländische Moos, Cetraria islandica, die Rennthierflechte oder Hungermoos, Cladonia rangiferina, die Haide, Calluna vulgaris, die Heidelbeere, Vaccinium myrtillus rc.; oder es doch vertragen, in großer Menge gesellig beisammen zu stehen, z. B. die Kiefern, Fichten, Buchen rc., während dieselben Pflanzen in passender Mischung angebaut den Boden nur desto wirksamer ausnutzen und vortrefflich gedeihen, sofern nicht durch ungleichmäßigen Entwicklungsschritt oder mechanische Verletzungen (Peitschen der Birke im

Winde) eine gegenseitige Bedrängung eintritt. Perennirende Gewächse, welche oft um so mangelhafter fructificiren, je energischer die ungeschlechtlichen Reproductionsorgane sich entwickeln, pflegen eben deshalb nur sporadisch und horstweise aufzutreten. Ein sehr entschiedenes Beispiel hierfür ist das kreuzblättrige Labkraut (Galium cruciatum). Von dem ausdauernden Bingelkraut (Mercurialis perennis), einer diöcischen Pflanze, wachsen aus demselben Grunde häufig gesonderte Trupps, ausschließlich männlicher und ausschließlich weiblicher Pflanzen, mehr oder minder durcheinander. Gesellig lebende Pflanzen sind vorzüglich der gemäßigten und kalten Zone eigen, während die Wälder der heißen Zone oft aus Hunderten verschiedener Baumarten zusammengesetzt sind. Auch unsere Wiesen, welche der heißen Zone fehlen, werden größtentheils durch das gesellige Zusammenleben weniger Grasarten und Kräuter gebildet.

Die physische Geographie theilt die Erdoberfläche in 15 Zonen, nämlich:

	Südl. u. nördliche Breite.	Mitteltemperatur.
1) die Aequatorial-Zone von . . .	0—15°	+ 26—28° C.
2) 2 tropische Zonen von	15—23°	+ 23—26° „
3) 2 subtropische Zonen von	23—34°	+ 17—23° „
4) 2 wärmere gemäßigte Zonen von .	34—45°	+ 12—17° „
5) 2 kältere gemäßigte Zonen von . .	45—58°	+ 6—12° „
6) 2 subarktische Zonen von	58—66°	+ 4— 6° „
7) 2 arktische Zonen von	66—72°	+ 2° „
8) 2 Polarzonen	72—90°	− 16,9°

Den Zonen entspricht die Hauptvertheilung der Gewächse, und die botanische Geographie unterschied früher eben so viele durch eigenthümliche Gewächsformen ausgezeichnete Charakterfloren, wie die physische Geographie Zonen. Inzwischen ist nicht zu übersehen, daß die Wärmevertheilung nach Maßgabe der Ausdehnung und Configuration des Festlandes, der Luft- und Meeresströmungen von der rein horizontalen Begrenzung durch Breitengrade vielfach abweicht, so daß auch die botanischen Zonen eine nach den Isothermen (Linien gleicher Jahreswärme), Isotheren (Linien gleicher Sommerwärme) und Isochimenen (Linien gleicher Winterwärme) etwas abweichende Gestalt erhalten, und diese Abweichung um so bedeutender wird, je mehr man sich den Polen nähert. Im Allgemeinen ist die Ostseite sowohl des alten wie neuen Continents kälter, als die Westseite, daher Sibirien und Kamtschatka einerseits und Labrador, überhaupt die Ostküste Nordamerika's andererseits ein viel rauheres Klima haben, als Scandinavien und die Westküste Nordamerika's. Umgekehrt verhält es sich auf der südlichen Halbkugel, die im Ganzen genommen, der überwiegenden Wassermenge wegen, etwas kälter ist, als die nördliche, obgleich stellenweise die mittlere Jahreswärme eine höhere ist, als unter den entsprechenden Breiten der nördlichen Halbkugel. — Küsten und Inseln zeigen unter dem regulativen Einflusse des Meeres ein gleichförmigeres Klima mit abgemilderten Extremen und beherbergen deshalb häufig Pflanzen, die im Innern der Continente unter ganz gleichen Breitengraden nicht fortkommen.

Im großen Ganzen hat man wohl die verschiedenen Erdgürtel vegetativ etwa folgendermaßen zu charakterisiren versucht.

Die größte Masse und Mannichfaltigkeit der Formen, Farbenpracht[1]) und des Wohlgeruches bietet die heiße Zone; sie ist charakterisirt durch Urwälder mit riesigen Stämmen, dicht mit parasitischen Farnen, Orchideen ꝛc. besetzt und durch Schlingpflanzen unter einander verbunden. Palmen, Würzpflanzen ꝛc. in größter Menge.

Auch die tropische Zone beherbergt noch Palmen, Musaceen, Würzschilfe ꝛc. nebst baumartigen Gräsern und Farren, Feigenwäldern und dergleichen.

In der subtropischen Zone erreichen die Palmen ihre Grenze; baumartige Gräser, Mimosen, Cycadeen sind häufig; ferner Sträucher mit lederartigen Blättern ꝛc.; auch treten zuerst gesellige Pflanzen, vorzüglich in Neuholland, auf.

Die wärmere temperirte Zone zeigt auf der nördlichen Halbkugel immergrüne, sehr verschiedenartige Laubhölzer mit Reben, Bignonien und dornigen Rosen, Kräuter und Sträucher mit Stacheln und schönen Blüthen, und auch hie und da Wiesen. Auf der südlichen Halbkugel strauch- und baumartige Gräser und Farren mit schmarotzenden Orchideen, Myrten und Mimosen.

In der kälteren temperirten Zone treten auf der nördlichen Halbkugel Laubwälder aus Buchen, Eichen u. dgl. neben Nadelwäldern, ausgedehnte Wiesen, große Haiden mit Calluna vulgaris, und Moore mit Torfsträuchern, wie Andromeda polifolia, Ledum palustre ꝛc. auf. Auf der südlichen Halbkugel werden unsere Laubhölzer durch immergrüne Arten ersetzt; zum Theil fehlt aber die Baumvegetation ganz, und nur Sträucher von wenigen Metern Höhe dehnen sich waldartig aus; ausgedehnte Wiesen finden sich auch hier, sowie Moore, die aber mehr mit Moosen und Kräutern, als mit Sträuchern, bewachsen sind.

Die subarktische Zone zeichnet sich durch Vorherrschen der Nadelhölzer aus; unter den Laubhölzern sind hauptsächlich Birken und Weiden häufig, während die Buche nur noch an ihrer Grenze erscheint. Wiesen sind vorhanden, und ganze Strecken Landes werden von der isländischen Flechte bedeckt.

---

[1]) Schon Deutschland und Lappland, noch mehr die Melville-Insel, bieten in den Farbenverhältnissen der Blüthen eine namhafte Zunahme der weißen Blüthen im Norden dar. Auf 1000 Phanerogamen-Arten entfallen Blüthen:

	in Deutschland	in Lappland	auf der Melville-Insel
weiß . .	344,2	431,0	465
roth . .	177,0	177,0	93
violett . .	59,5	41,0	23
blau . .	90,6	71,0	46
grün . .	16,6	21,0	11
gelb . .	299,4	253,0	360
orange . .	5,4	3,0	—
braun . .	4,3	3,0	—
schwarz .	1,4	1,5	—
grau . .	1,1	1,5	—

Die Reihenfolge der Häufigkeit ist überall: weiß, gelb, roth, blau, violett ꝛc. Es kommen jedoch auf 400 gefärbtblühende Arten

in der Flora der Melville-Insel . . 87 weißblühende
" " " Lapplands . . . . 76 "
" " " Deutschlands . . . . 49 "

(V. J. Wernle, Unters. über die Farbenverhältnisse in den Blüthen ꝛc. Tübingen, 1833.)

In der arktischen Zone erreichen die Baumvegetation und die Culturpflanzen ihre Grenze; Kleinsträucher sind vorherrschend und ganze Strecken werden von der Rennthierflechte oder dem Hungermoos überzogen und für andere Pflanzen unzugänglich.

In der Polarzone endlich fehlen Bäume und Sträucher ganz; vorherrschend sind kleine rasenbildende Pflanzen mit kriechenden Wurzelstöcken und großen Blüthen; von Monokotyledonen finden sich nur noch Gräser, wie denn überhaupt die ganze Zone arm an Gattungen, Arten und Individuen ist.

Die Erdzonen stellen inzwischen nur recht unzuverlässige geometrische Orte der Pflanzengruppirungen an der Erde dar. Die heutige Wissenschaft geht, unter Berücksichtigung sämmtlicher klimatischen Factoren, von anderen Gesichtspunkten für die räumliche Eintheilung der Erde in natürlichen Floren aus. So hat Grisebach 24 Vegetationsgebiete mit zahlreichen Unterabtheilungen unterschieden.[1])

Die nördliche Grenze ihres Vorkommens erreichen die wichtigsten Holzarten in Norwegen bei folgenden Breitengraden (c. = cultivirt; w. = wildwachsend):[2])

Abies pectinata	61° 15'
„ Nordmanniana Bk. c.	61° 15'
„ balsamea Mill. c.	63° 26'
Acer campestre L. c.	63° 26'
„ platanoides[3]) L. w.	61° 30'
„ „ c.	66° 18'
„ pseudoplatanus L. c.	63° 52'
„ rubrum Ehrh. c.	59° 25'
„ saccharinum Wgh. c.	59° 55'
Aesculus hippocastanum[4]) L. c.	67° 56'
Alnus glutinosa Gärtn. w.	63° 47'
„ „ v. 3,1 m Durchm.	61° 47'
„ incana, strauchartig, w.	70° 30'
„ „ 18,8 m Höhe, 27 cm Durchm.	70° 0'
Amelanchier vulgaris Mönch. c.	69° 40'
„ ovalis Ldl. c.	59° 55'
Amygdalus campestris Bess. c.	59° 55'
„ nana L. c.	63° 26'
Armeniaca vulgaris Lam. c. am Spalier	61° 17'
Berberis vulgaris L. c.	64° 1'
„ aquifolium Pursh. c.	69° 40'
Betula nana L. w.	71° 10'
„ nigra L. c.	59° 55'
„ odorata (18,8 m H., 42 cm Dm.)	70° 0'
„ „ (25 m H. 5 m Umf.)	63° 15'
„ „ w. strauchartig	70° 50'
„ papyracea Ait. c.	67° 56'
„ verrucosa Ehrh. w.	63° 52'
Carpinus Betulus L. c.	59° 55'
„ americana Mchx. c.	59° 26'
Castanea vesca Gärtn. c., nicht jährl. reifend	59° 55' (28° 23')
„ „ nie reifend[5])	63° 7' (25° 23')
Corylus avellana L. w.	67° 56'
„ Colurna	59° 55'
Cotoneaster vulgaris Lindl. w.	64° 30'
Crataegus coccinea L. c.	67° 56'
Crataegus orientalis Pall. c.	63° 52'
„ oxyacantha[6]) L. w.	62° 55'
„ „ fl. albo pleno c.	63° 52'
„ „ „ rubro pleno c.	67° 56'
„ sanguinea Pall. c.	70° 0'
Cydonia japonica Pers. c. Früchte reifend	58° 8'
„ „ nicht reifend	67° 56'
„ vulgaris, Früchte reifend	59° 55'
„ „ nicht reifend	63° 52'
Cytisus Adami Poit c.	59° 55'
„ Laburnum L. c.	63° 26'
„ alpinus	68° 35
„ „ 6,9 m H., 44 cm Dm.	62° 38'
Daphne Mezereum L. w.	67° 3'
„ „ 1,09 m Höhe, 10 cm Durchm.	64° 1'
Diervilla canadensis Willd. c.	59° 55'
Elaeagnus argentea Pursh. c.	64° 2'
„ angustifolia L. c.	67° 56'
Evonymus europaeus L. w.	59° 33'

[1]) A. Grisebach, die Vegetation der Erde nach ihrer klimatischen Anordnung. Leipzig 1872.

[2]) Nach Schübeler, die Pflanzenwelt Norwegens. Christiania 1873—1875.

[3]) Eine Höhe von 22 m und einen Stammdurchmesser von 1,15 m erreicht der Spitzahorn noch bei 59° 46'.

[4]) 18,2 m Höhe und 3,4 m Umfang erreicht die Roßkastanie noch unter dem 89° 56'.

[5]) Im akademischen Park zu Tharand (51° n. Br. und ca. 270 m Meereshöhe) stehen mehrere prachtvolle Bäume der edlen Kastanie, von ca. 30 m Höhe und 0,6—0,7 m Stammdurchmesser, die aber ihre Frucht ungereift fallen lassen.

[6]) Bis 6,3 m Höhe und 31 cm Durchmesser in 63° 35'.

Evonymus europaeus L. c.	70° 0′
„ verrucosus Scop. c.	59° 55′
Fagus sylvatica L. w.	60° 37′
„ „ c. Früchte reifend	63° 26′
„ „ c. laubreiche Krone	67° 56′
Fraxinus alba Bosc. c.	59° 25′
„ excelsior L. w.	63° 40′
„ „ c. baumartig	65° 56′
„ „ „ strauchartig	69° 40′
„ Ornus L. c.	59° 55′
Hedera Helix L. w.	60° 37′
„ „ c.	63° 52′
Hippophaë rhamnoides L. w.	67° 56′
Ilex Aquifolium L. w.	63° 7′
Juglans nigra L. c.	59° 55′
„ cinerea L. c.	63° 26′
„ regia L. c. nicht jährl. reif.	63° 35′
„ alba Mchx. c. nicht reifend	63° 52′
Juniperus Sabina L., virginiana L. c.	59° 55′
„ communis L. w.	71° 10′
Ligustrum vulgare L. w.	59° 30′
„ „ c.	65° 54′
Liriodendron tulipifera L. c.	59° 25′
Lonicera altaica Pall c.	59° 55′
„ xylosteum L. w.	61° 45′
„ Periclymenum L. w.	62° 44′
„ „ c.	67⁵ 56′
„ nigra L. c.	63° 40′
„ caprifolium L., xylosteum L. c.	64° 1′
„ coerulea L. c. Fr. reifend	67° 55′
„ tatarica L. c.	70° 0′
„ alpigena L. c.	70° 0′
Mespilus germanica L. c. Fr. reif.	59° 55′
Morus alba L., nigra L. c. Fr. jährl. reifend	59° 55′
Myrica cerifera L. c.	59° 55′
„ Gale L. w.	68° 47′
Paulownia imperialis S. u. Z. c.	58° 58′
Persica vulgaris Mill. Spalier	61° 17′
Philadelphus coronarius L. c.	64° 12′
Pinus uncinata Ram. c.	59° 54′
„ cembra (18° 8 m H.), excelsa Wall., inops Soland, Laricio Poir, maritima Lam. nigricans Host., Pumilio Hänke, Strobus L. c. (23,8 m Höhe)	59° 55′
„ austriaca Host. c.	64° 2′
„ sylvestris L. w.	70° 20′
Platanus occidentalis L. c.	58° 8′
Populus nigra L. c.	59° 55′
„ canadensis Mönch. c.	63° 26′
„ alba L. c.	67° 56′
„ balsamifera L. c.	69° 40′
„ tremula L. w. strauchartig	70° 37′
„ „ Höhe 18,8 m, Dm. 52,3 m	70° 0′
„ „ Höhe 31 m, Dm. 70 m	63° 52′
Prunus Mahaleb L. c.	59° 55′
„ spinosa L. w.	60° 8′
„ „ c.	67° 56′
„ laurocerasus L. c.	60° 23′
Prunus avium L. w.	61° 17′
„ „ Kronenbäume c.	66° 12′
„ „ fl. pl. c.	63° 52′
„ insititia L. w.	62° 43′
„ domestica L. c. Kronenb.	64° 2′
„ cerasus L. c. Kronenbäume	66° 12′
„ „ fl. pl. c.	67° 56′
„ virginiana L. c.	67° 56′
„ Padus L. w.	70° 20′
Ptelea trifoliata L. c.	63° 52′
Pyrus Malus L. w.	63° 40′
„ „ c. Kronenbäume	65° 28′
„ communis L. c. Kronenbäume	63° 52′
Quercus Cerris var. pendula Neill.	58° 25′
„ cerris L., rubra L., tinctoria Willd. c.	59° 55′
„ sessiliflora Sm. w.	60° 11′
„ pedunculata Ehrh. w.	62° 55′
„ „ c.	65° 54′
Rhamnus catharticus L. w.	60° 48′
„ Frangula L. w.	64° 30′
Rhus typhina L., toxicodendron L. c.	59° 55′
„ cotinus L. c.	67° 56′
Ribes grossularia L. w.	62° 44′
„ „ c.	68° 13′
„ sanguineum Pursh. c.	63° 26′
„ alpinum L. w.	66° 12′
„ „ c.	67° 56′
„ nigrum L. w.	69° 30′
„ aureum Pursh. c.	70° 0′
„ rubrum L. w.	70° 30′
Robinia hispida L., viscosa Vent. c.	59° 55′
„ pseudacacia L. c.	63° 26′
Rosa rubiginosa L. w.	59° 45′
„ alba L., alpina L., arvensis Huds., blanda Ait., carolina L., damascena Mill. flexuosa Rafin, lucida Ehrh., lutea Mill., rubrifolia Vill., rugosa Thunb., sempervirens L., turbinata Ait. c.	59° 55′
„ muscosa Ait. c.	63° 26′
„ canina L. w.	66° 15′
„ chinensis Jacq., rubiginosa L. c.	67° 56′
„ villosa L. w.	69° 9′
„ cinnamomea L. w., gallica L. c., centifolia L. var. c.	70° 0′
Rubus fruticosus fl. pl. c.	59° 55′
„ „ L. w.	60° 24′
„ caesius L. w.	60° 54′
„ Idaeus L. fr. luteo w.	67° 0′
„ odoratus L. c.	67° 56′
„ Idaeus L. fr. rubro w.	70° 2′
„ arcticus L. w.	70° 48′
„ saxatilis L. w.	71° 7′
Salix purpurea L. c.	59° 55′
„ daphnoides Vill. w.	62° 20′
„ repens L. w., triandra L. w.	63° 28′
„ alba L. c. (Umfang 2,8 m)	63° 52′
„ fragilis L. c.	64° 5′
„ viminalis L. c.	64° 12′
„ aurita L. w.	66° 15′

Salix pentandra L. w. (H. 15,7 m, Umf. 1,4 m)	68° 57′
„ myrtilloides L. w.	69° 45′
„ caprea L., polaris L. w., pentandra L. w. strauchartig (H. 9,1 m, Umf. 1,10 m) .	70° 37′
„ glauca L., herbacea L., arbuscula L., lanata L., Lapponum L., myrsinites L., nigricans Sm., philicifolia Sm. w.	71° 0′
„ hastata L., reticulata L. w.	71° 10′
Sambucus nigra L. c.	66° 5′
„ racemosa L. c.	67° 56′
Sorbus aria Crtz. w.	63° 52′
„ aucuparia L. strauchart. w.	71° 7′
„ „ (H. 7,5 m, Diam. 26,1 cm)	70° 0′
„ hybrida L. w.	66° 14′
„ intermedia Ehrh. w. . . .	59° 8′
„ torminalis L. c.	59° 55′
Staphylea pinnata L., trifoliata L. c.	59° 55′
Syringa persica L. c.	64° 1′
„ chinensis Willd. c.	67° 56′
„ vulgaris L. c.	68° 50′
Syringa vulgaris c. (blüht nicht) .	70° 0′
Taxus baccata L. w.	62° 30′
„ „ c.	63° 52′
Thuja gigantea Nutt., orientalis L., plicata Don. c.	59° 55′
„ occidentalis L. c.	63° 52′
Tilia americana L., argentea Dec., grandifolia Ehrh., heterophylla Vent., rubra Dec. c.	59° 55′
„ parvifolia Ehrh. w.	62° 9′
„ parvifolia c.	67° 56′
Ulmus americana L., suberosa Ehrh. c.	59° 55′
„ campestris Sm. c.	63° 26′
„ montana Sm. w.	66° 59′
„ effusa Willd. c.	67° 56′
Vaccinium oxycoccus L. w. . . .	70° 45′
„ vitis idaea L. w. . . .	71° 7′
„ myrtillus L., uliginosum L.	71° 10′
Viburnum Lentago L. c.	59° 55′
„ Lantana L. c.	64° 12′
„ opulus L. w.	67° 0′
Vinca minor L. c.	63° 52′
Viscum album L. w.	59° 30′
Vitis vinifera L. c.	61° 17′

Aber nicht von der geographischen Breite und Länge allein ist die Vegetation abhängig, sondern auch von der Erhebung des Landes über den Meeresspiegel, weil auch mit dieser die Temperatur (durch Luftverdünnung) abnimmt. Verschiedene Höhe über dem Meere erzeugt daher (allerdings nicht absolut) ähnliche Verschiedenheiten des Klima's und der Vegetation, wie verschiedene Entfernung vom Aequator. Dabei macht es begreiflich einen großen Unterschied, ob der vertical hochragende Ort einem isolirten Bergkegel oder einem mächtigen Gebirgsstocke aufliegt. Mit einer ausgedehnteren Massenerhebung des Bodens werden die Höhen-Isothermen und damit die Vegetationsgrenze über das normale Maß hinaufgerückt. Wenn man daher berechnet hat, daß eine verticale Erhebung von 60—100 m einer horizontalen Entfernung von Einem Breitengrade gleichkommt, für welche die Temperaturabnahme ungefähr 0,5° C. beträgt[1]), so ist diese Berechnung nur unter der nöthigen Einschränkung als richtig anzusehen. Die Fichte z. B. erreicht eine erheblich höhere geographische Breite (in Ost-Finnmarken 69° 30′ n. Br. nach Schübeler), als die Weißbirke (63° 52′), während die letztere unter gleichem Breitengrade in eine größere Verticalhöhe aufsteigt.

Dies Verhältniß erklärt zugleich die Thatsache, daß die Birkenwälder, welche in Lappland höher nach Norden reichen, als die Gerstencultur, in den Gebirgen der Schweiz hinter dieser zurückbleiben, indem die Birke zu ihrer jährlichen Vegetation eine höhere Temperatur, wenn auch nur von kurzer Dauer, die Gerste dagegen, um zu reifen, eine weniger hohe, aber länger andauernde Temperatur erfordert; ferner, daß auf den Cordilleren Südamerika's, wo der Sommer lang, aber kühl

[1]) In Mitteleuropa entsprechen hinsichtlich der Temperaturverminderung 78—85 m verticaler Erhebung einem Breitengrade.

ist, die Baumgrenze beinahe noch einmal so tief unter die Schneegrenze herabsinkt, als in den nördlichen Breiten, z. B. den Alpen, während die Getreidearten, welche nur eine länger andauernde Mitteltemperatur der Sommermonate von + 8° C. (Gerste) bis höchstens + 14° C. (Weizen) bedürfen dort bis zur Baumgrenze hinaufreichen, hier aber etwa 300—500 m unter derselben zurückbleiben. Es werden daher im Allgemeinen gegen die Pole hin und auf hohen Gebirgen, insbesondere in höheren Breitegraden, Pflanzen von kurzer Vegetationsdauer, selbst wenn sie zu ihrem Gedeihen eine höhere Temperatur bedürfen, besser gedeihen, als solche von langer Vegetationsdauer, wenn diese auch bei verhältnißmäßig niedrigeren Temperaturgraden noch gedeihen. Indessen ist bei diesen Verhältnissen auch die unter höheren Breitegraden während des Sommers bedeutendere Tageslänge, und also länger andauernde Lichteinwirkung, durch welche, wie wir gesehen haben, die Entwickelungszeit der Pflanzen merklich abgekürzt wird, in Anschlag zu bringen.

Die Grenze des ewigen Schnees, die an den Polen in die meeresgleiche Ebene fällt, erhebt sich gegen den Aequator hin immer mehr, bis sie unter dem Aequator an isolirten Bergen erst in einer Höhe von 5000—5500 m und an zusammenhangenden Hochebenen von 6000 m und darüber erscheint.[1]) Es wird daher an den Gebirgen eine um so größere Stufenverschiedenheit der Vegetation wahrzunehmen sein, je näher dieselben dem Aequator liegen.

Im Allgemeinen tritt mit der zunehmenden Erhebung über dem Meere ein ähnlicher Wechsel in dem Vegetationscharakter ein, wie in den verschiedenen Breitegraden, so daß also an einem bestimmten Punkte der Erdoberfläche so viele verticale Vegetationsregionen beobachtet werden, als horizontale Vegetationszonen nach dem Pole zu. Man wird daher in der Polarzone nur eine, in der Aequatorialzone dagegen acht Höhenregionen unterscheiden können. Uebrigens wirken auch hier verschiedene Umstände und Localverhältnisse mannigfach modificirend auf die Temperatur sowohl, als den Vegetationscharakter ein.

Gewächse, welche nur da vorkommen, wo der Baumwuchs bereits aufgehört hat, werden Alpen- bezw. Polarpflanzen genannt. Silene rupestris L., das Felsen-Leimkraut, in der Schweiz und Tyrol in den Alpen und Voralpen heimisch, wächst in Norwegen unmittelbar am Meere auf den Granitfelsen.

Das Erlöschen der Gewächse an den Grenzen ihrer Verbreitungsbezirke ist bald allmählig, indem die Bäume nach und nach strauchartig werden, z. B. Birke,

---

[1]) Nach Schlagintweit fällt auf den Cordilleren Südamerika's die Schneegrenze etwa in eine Höhe von 16,000′, und die Baumgrenze in eine Höhe von 12,000′, also 4000′ unter die Schneegrenze; auf den Alpen fällt die Schneegrenze im Mittel in eine Höhe von 9000′, die Baumgrenze im Mittel in eine Höhe von 6400′ ausnahmsweise bis 7000′, also etwa 2600, oder resp. 2000′ unter die Schneegrenze. Dagegen reicht der Getreidebau in den Cordilleren bis nahe zur Baumgrenze (11,800′), während er in den Alpen im Mittel nur bis zu 5000′ reicht, also 1400′ hinter der Baumgrenze zurückbleibt. Auf dem Himalaya, wo die Bäume sehr allgemein bis 11,800′ reichen, erreicht die Gerste erst ihre Grenze bei 13,000 — 14,000′ und auf der Hochebene von Tübet, wo sich bei 13,400′ noch große Pappeln finden, wird Weizen noch bei 11,700′ Höhe mit Erfolg gebaut.

In den bayerischen Alpen, zwischen dem 47° und 48° n. Br., fällt nach Sendtner die Schneegrenze in eine Höhe von etwas über 7000′, die Baumgrenze in eine Höhe von 5000—5500′, also etwa 2000′ unter die Schneegrenze, während sich der Getreidebau höchstens bis zu 3500′ Höhe erstreckt, also wenigstens 1500′ hinter der Baumgrenze zurückbleibt.

Stechpalme rc., bald plötzlich, z. B. bei den Palmen, welche da, wo sie ihre Vollkommenheit nicht mehr erreichen können, überhaupt nicht mehr wachsen. Winde und Wasser tragen, indem sie die Samen der Pflanzen auf große Entfernungen fortführen, viel dazu bei, daß Pflanzen bisweilen die Grenzen ihres eigentlichen Verbreitungsbezirkes überschreiten oder sich an Orten finden, welche weit von ihrem Vegetationscentrum entfernt sind.

Standort (Statio).

Abgesehen von obigen allgemeinen Bedingnissen des Vorkommens hat jede Pflanze auch noch ihren besonderen Standort, welcher von dem Maße der Feuchtigkeit, der Bodenmischung, von dem Grade der Lichteinwirkung abhängt, die jede unter sonst gleichen klimatischen Umständen verlangt. Pflanzen, die nur ganz unter Wasser getaucht gedeihen, oder ihre Wurzeln frei ins Wasser verbreitend schwimmen, werden echte Wassergewächse genannt. Sie sind zu unterscheiden von jenen unächten Wassergewächsen, Pflanzen, die zwar unter dem Wasser im Boden wurzeln, Blüthen und Blätter aber an die Luft emportreiben. Sie lieben theils stehendes, theils fließendes Wasser. Ferner unterscheidet man noch Sumpfpflanzen und Landpflanzen. Ganz ohne Licht leben nur sehr wenige niedere Pflanzen (Grubenpflanzen); viele verlangen aber einen gewissen Grad von Beschattung, Schattenpfanzen.

Die Grundmischung des Bodens ist für den Standort der Pflanzen insofern von Wichtigkeit, als er durch das Vorwalten des einen oder des anderen Bestandtheiles chemische und physikalische Eigenschaften erlangt, deren Einfluß das Vorkommen gewisser Pflanzenarten mit Ausschluß anderer bedingt. Nach Maßgabe der mehr oder minder biegsamen Natur der Pflanzenarten tritt daher mit bestimmten Eigenthümlichkeiten der Bodenart mehr oder wenig beständig auch eine bestimmte Flora auf, die sich so weit erstreckt, als der Boden seine eigenthümliche Beschaffenheit behält. Hiernach unterscheidet man Uferpflanzen (Rhizophora Mangle L.); Salzpflanzen, z. B. Salsola- und Salicornia-Arten rc.; Sandpflanzen, wie Carex arenaria, Statice Armeria, Helichrysum arenarium, Sarothamnus scoparius, Calluna vulgaris rc.; Thonpflanzen, wie Parmelia saxatilis, Equisetum arvense, Tussilago farfara, Petasites vulgaris, Rhododendron ferrugineum rc.; Kalkpflanzen, und zwar solche, die dem Kalkboden ausschließlich eigenthümlich sind, und welche man deshalb kalkstete Pflanzen nennt, z. B. Sesleria coerulea, Centaurea montana, Erica herbacea, Biscutella laevigata, Polygala chamaebuxus, Rubus saxatilis, Gypsophila repens rc.; und solche, die dem Kalkboden nur vorzugsweise zukommen: kalkholde Pflanzen, z. B. Pinus austriaca, Veronica urticaefolia, Gentiana asclepiadea und ciliata, Sedum album, Anthyllis vulneraria rc. Dem Serpentinboden ist Adianthum serpentini, dem zinkhaltigen Boden sind das Galmeiveilchen, Viola calaminaria, Thlaspi alpestre calaminaria u. a. eigenthümlich.

Wird überhaupt eine Pflanzenart unter wesentlich abweichende, die Vegetation aber noch gestattende Localverhältnisse übertragen, so ist hiermit, unter constanter Fortwirkung, eines der Momente gegeben, welche die an den Namen Charles Darwin[1]) geknüpfte allmählige Umbildung („phylogenetische Entwickelung") der Pflanzenformen an der Erde bedingen.

Die Abhängigkeit der Pflanzen von der Beschaffenheit des Standorts zeigt sich besonders schön in den allmähligen Umwandlungen, welche die Lichtungsflora auf Abtriebsschlägen der Hochwälder im Laufe der Zeit erfährt. Sofort nach der Lichtstellung eines bis dahin geschlossenen Bestandes schießt eine massenhafte und üppige Vegetation zartblättriger Kräuter und Halbsträucher empor. Obgleich diese Pflanzen (Epilobium angustifolium, Rubus idaeus, caesius &c., Atropa Belladonna, Sambucus racemosa, Senecio viscosus und sylvaticus, Rumex acetosella[2]) &c.) zumeist ausdauernde Gewächse sind oder doch, wenn einjährig, reichlich Samen produciren (Senecio), treten sie mit der beginnenden Consumtion des Humus alsbald zurück, bis zum gänzlichen Verschwinden, um einem härteren, vorzugsweise aus Gräsern bestehenden Bestande den Platz zu räumen. Hier ist es namentlich Aira flexuosa, an manchen Orten durch Holcus mollis, Calamagrostis sylvatica substituirt, welche fast vollständig die Herrschaft ergreift, um nach einiger Zeit, mit dem Fortschritt der Bodenverhagerung, durch gewisse Sauergräser: Carex panicea, muricata, leporina, sowie durch Veronica officinalis, Galium mollugo &c. verdrängt zu werden, unter denen allmählig die schon in den früheren Perioden bescheiden einsetzende Heide, Calluna vulgaris, mit einigen ihr in den Bodenansprüchen verwandten Gewächsen, allein das Feld zu behaupten vermag. Die Zeitdauer einer jeden der oben skizzirten 4 Perioden der Lichtungsflora ist variabel nach Maßgabe des Vorraths an Humus, der Exposition, der natürlichen Feuchtigkeiten und anderen Ortsbeschaffenheiten &c.; sie ist von längerer Dauer an Nord- und Westhängen, als an Süd- und Osthängen; am Fuß der Berghänge behaupten sich die anspruchsvolleren Geschlechter länger, als in höheren Regionen &c.

Indessen ist doch das Vorkommen des größten Theils der Pflanzenarten, soweit die Bodenart dabei mitbestimmend ist, ziemlich unbeschränkt. Die Mehrzahl der Gewächse sind „bodenvag", d. h. sie nehmen mit den verschiedensten Mischungsverhältnissen des Bodens vorlieb, und richten sich deswegen in ihrer Verbreitung weder nach einer bestimmten Gebirgsart, noch nach besonderen hervorstechenden Bestandtheilen des Bodens.

Auch ist in Erinnerung zu halten, daß die Ursache des Nichtvorkommens

---

[1]) Die Entstehung der Arten im Thier- und Pflanzenreich. Deutsch von Bronn. Heidelberg 1860.

[2]) Es mag ja richtig sein, daß einzelne Lichtungspflanzen bereits im Bestandesschlusse eine zwerghafte Vorexistenz gefristet haben; wo Rubus bereits im ersten Jahre nach dem Abtriebe blüht und fructificirt, ist dies ja unzweifelhaft. Allein viele der Pflänzchen sind, wie ich bestimmt beobachtete, Sämlinge. Ob die betr. Samen bereits im Boden schlummerten, oder erst dem gelichteten Boden durch Winde oder Thiere zugeführt wurden, resp. wie lange sie bereits im Boden ruhten, ist meistens schwer zu entscheiden. Neueren Beobachtungen über die Keimkraftdauer mancher Unkrautsamen zufolge wäre die Ueberlagerung eines Umtriebes keineswegs ausgeschlossen, doch ist sie eine nichts weniger als nothwendige Annahme. N.

gewisser Pflanzenarten an einem Orte einfach mangelnde Gelegenheit der Verbreitung von ihrem ursprünglichen Vegetationscentrum aus sein mag. Mannichfaltig und höchst wunderbar sind zwar die Verbreitungsmittel der Samen. Flügel, Stacheln, Haken und andere Anhänge verschiedenster Art[1]) dienen als selbstständige Flugapparate, oder Haftorgane und Schwimmorgane behufs passiver Fortbewegung durch Thiere, Menschen und Gewässer; lebhafte Farben von Beeren, deren Steine den Verdauungssäften widerstehen, laden Vögel und Säugethiere zum Genuß ein, der Zerstreuung der Samen auf weitem Umkreise Vorschub leistend. Viscum album. Sambucus racemosa, Rubus. Nicht minder ist der Weltverkehr des Menschen häufig die Ursache des zufälligen Transports von Pflanzen an entlegene neue Standorte. Trotzdem giebt es zahllose Localitäten, an welchen bestimmte Pflanzenarten, denen die Standortsverhältnisse vollkommen zusagen würden, zufällig noch nicht eingetroffen sind. Den Pflanzengattungen, welche seit Jahrhunderten von Europa nach Amerika oder von letzterem Erdtheil nach Europa sich übergesiedelt haben, stehen andere Beispiele einer erst zur Perfection gelangenden Wanderung gegenüber. Erinnert sei an das Frühlingskreuzkraut, Senecio vernalis, welches aus Rußland seit wenigen Decennien in gefahrdrohender Weise das westliche Europa zu überziehen beginnt.

Die Summe aller Gewächse, welche einem bestimmten kleineren Gebiete eigen sind, bilden die natürliche Flora desselben; die Grenzen desselben können entweder politische oder natürliche sein, z. B. die Flora von Bayern, die Flora der Alpen, des Donaugebietes ꝛc. Hohe Gebirge scheiden gewöhnlich die Floren benachbarter Gebiete plötzlicher und schärfer, als dies außerdem der Fall ist.

Zweiter Abschnitt.

Organographie.

Die Elementarorgane der Pflanzen.

Der Pflanzenkörper ist aus mehr oder weniger deutlich unterscheidbaren und häufig auch mechanisch trennbaren kleinen Elementen von sehr verschiedener Form und Organisation zusammengesetzt, welche in ihrer Vereinigung die Individualität desselben darstellen, und daher Elementarorgane der Pflanze genannt werden. Bei starker Vergrößerung bemerkt man, daß diese Elemente theils von allen Seiten geschlossene Gebilde, theils röhrenartige Verschmelzungen solcher Gebilde sind; erstere hat man Zellen, letztere Gefäße genannt.

---

[1]) F. Nobbe, Handbuch der Samenkunde, Berlin 1876, S. 481. — F. Hildebrandt, die Verbreitungsmittel der Pflanzen. 1873.

Zellen.

Die Zellen stellen im ausgebildeten und vollkommen lebensthätigen Zustande mehr oder minder rundliche, polyedrische oder langgestreckte, von einer meist aus Cellulose bestehenden Membran umschlossene[1]) und mit festen, weichen, flüssigen resp. gasförmigen Inhaltsbestandtheilen erfüllte Bläschen oder Schläuche dar. Die Zellen spielen ohne Zweifel die wichtigste Rolle im Pflanzenleben, da sie die Grundlage der Gewebe sämmtlicher Gewächse bilden, und viele niedere Pflanzen, wie Pilze, Algen und Flechten nur aus ihnen bestehen; weshalb diese Pflanzen auch Zellenpflanzen (plantae cellulares) genannt werden. Aber auch bei den höchstentwickelten Pflanzen bestehen alle Organe in ihrem jugendlichsten Zustande bloß aus Zellen von annähernd gleicher Gestalt und Größe, während Gefäße, wo sie überhaupt auftreten, erst bei der weiteren Entwickelung und gestaltlichen Differenzirung der Zellen hinzutreten, indem gewisse reihenweise mit einander verbundene Zellen, „Gefäßzellen", durch Resorption ihrer Querwände zu continuirlichen Röhren vereinigt werden.

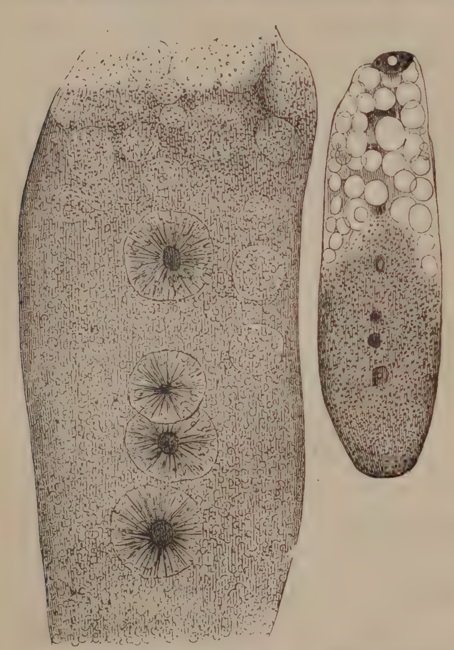


Fig. 5. Rechts isolirter Embryosack (Corpusculum, Ei) von Ephedra altissima, in welchem sich freie Zellen ausbilden $\left(\frac{100}{1}\right)$; links ein Bruchstück desselben Eies $\left(\frac{250}{1}\right)$ (nach Straßburger).

Der Inhalt der lebensthätigen Zelle besteht aus einer ursprünglich klaren Flüssigkeit — dem Bildungssafte (Cytoblastema) —, in welcher zwei nicht miteinander mischbare Substanzen — der wässerige Zellsaft und das Protoplasma unterschieden werden. Der wässerige Zellsaft ist dünnflüssig, durchsichtig, häufig gefärbt, aber ohne körnige Substanz, und enthält Zucker, Gummi, Salze, Farbstoffe ꝛc. in Wasser gelöst; das Protoplasma dagegen ist dickflüssig, reich an Stickstoff und nimmt von der Peripherie der Zelle nach deren Centrum hin an Dichte in dem Maße ab, daß man die äußerste, hautartige, der Zellmembran anliegende Partie als „Primordialschlauch" von dem nach innen belegenen dichten resp. lockeren körnigen Protoplasma bestimmt unterscheidet.

Eine Bildung von Zellen findet nur im Innern bereits vorhandener

[1]) Die Zellstoffmembran gehört streng genommen nicht zum Begriff der Zelle, da es auch Zellen ohne solche giebt, wo das Protoplasma nach außen hautartig verdichtet ist; derartige Zellen sind z. B. die Schwärmfäden der Gefäßkryptogamen, die Schwärmsporen der Algen und Pilze, welche erst bei der Keimung, und Schacht's sogen. Befruchtungskugel der Algen und Phanerogamen, welche erst in Folge der Befruchtung eine Zellstoffmembran erhalten.

Zellen statt, da selbst die Gährungs- oder Hefenpilze nur dann entstehen, wenn Pilzsporen von außen in die gährenden Flüssigkeiten gelangen.

Es erfolgt dieselbe auf zweifache Weise: entweder „frei“ oder „durch Theilung“ (Fächerung).

Die „freie“ Zellenbildung ist im Pflanzenreich von sehr beschränktem Vorkommen; bei höheren Pflanzen tritt sie nur im Embryosacke auf, wo die Keimbläschen und in der Regel die Zellen des Endosperms auf diese Weise entstehen[1]), während sie bei den niederen Pflanzen auf die Bildung der Sporen der Flechten und Pilze und die Schwärmsporen einiger Algen beschränkt ist.

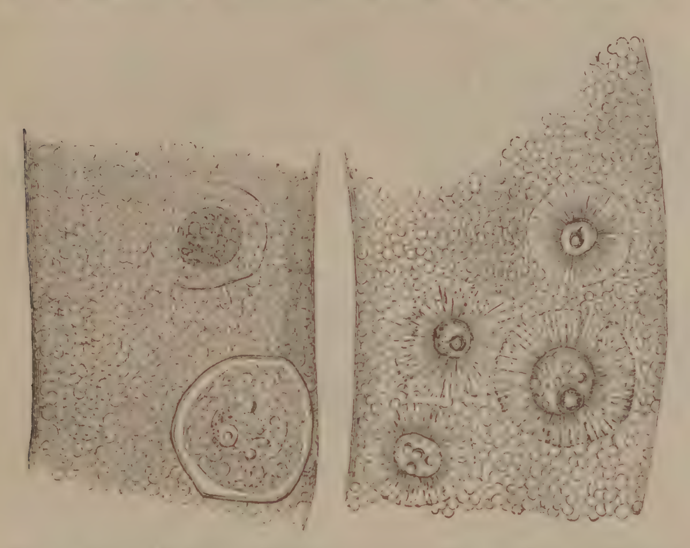


Fig. 6. Weiteres Entwickelungsstadium der freien Zellen in einem gleichnamigen älteren Ei. Links hat sich die untere Zelle bereits mit einer Zellhaut umgeben $\left(\frac{250}{1}\right)$ (nach Straßburger).

Bei der freien Endospermbildung (im befruchteten Embryosack der Phanerogamen) wird zunächst der primäre Zellkern der Mutterzelle aufgelöst und hierauf in dem wandständigen Protoplasma des sich rasch vergrößernden Embryosackes die Bildung der freien Endospermzellen eingeleitet (Fig. 5). Der neue Kern und die Zelle werden nach Straßburger[2]) gleichzeitig angelegt. Die erste Verdichtung des Protoplasmas wird bei Phaseolus multiflorus in einem fast punktförmigen Zellkern (Nucleus) sichtbar, umgeben von einer helleren sphärischen Zone. Die Größe des ausgebildeten, meist linsenförmigen Zellkerns, welcher späterhin mehr oder minder rasch verschwindet, schwankt zwischen $0{,}0002$ bis $0{,}0057$ mm ($=0{,}2-5{,}7\ \mu$[3])). Indem beide Gebilde, Kern und Zone, an Größe zunehmen, zeigt letztere oft eine strahlige Anordnung des Protoplasma (Fig. 5 links), während der erstere sich

[1]) Hofmeister, Jahrb. f. wissensch. Botanik I, 185.
[2]) Straßburger, über Zellbildung und Zelltheilung. 2. Aufl. Jena 1876.
[3]) Das Zeichen „μ“ = mmm (Mikrometer) bezeichnet $^1/_{1000}$ Millimeter.

differenzirt in eine peripherisch verdichtete Kernhülle und einen, selten mehrere, stark lichtbrechende Kernkörperchen (Nucleoli) (Fig. 6). An der äußeren Grenze des Kernes wird hierauf Cellulose ausgeschieden, welche sich zu einer zusammenhangenden Membran, der „primären Zellmembran“, ausbildet (Fig. 6 links.). Bei Picea vulgaris treten in dem Scheitel des Keimbläschens, nach vollzogener Befruchtung, gleichzeitig vier Zellkerne an Stelle des Keimkerns auf (Fig. 7a, b), bei Salisburya adianthifolia (Fig. 8) mehr als 30.

Die so gebildeten Zellen vermehren sich nun durch Theilung.

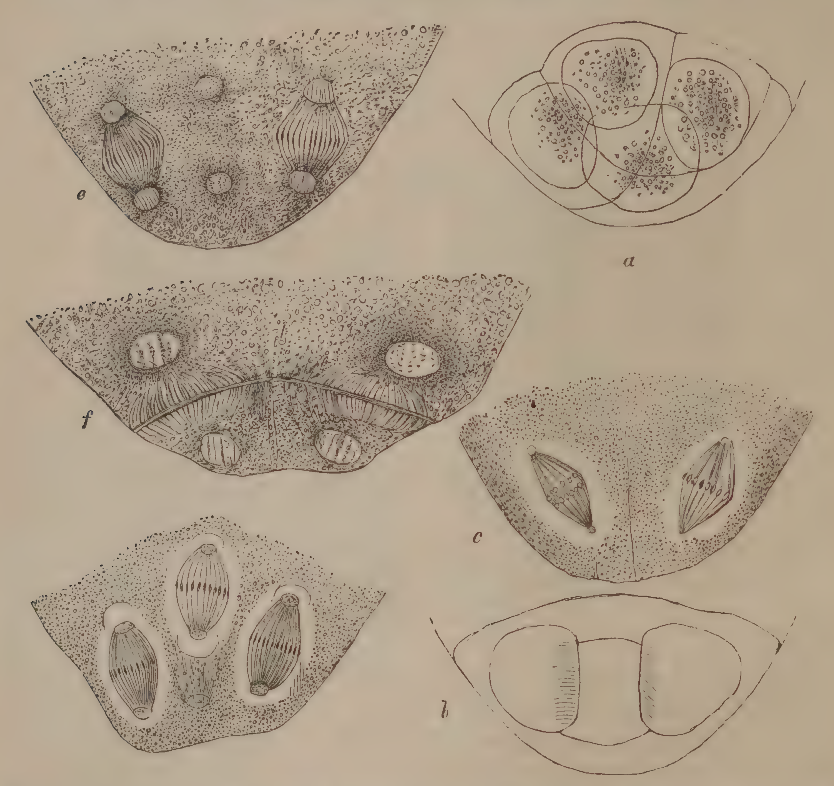


Fig. 7. a und b die im Scheitel des Embryosacks (Eies) von Picea vulgaris Lk. sich bildenden vier Kerne; b von oben gesehen; bei a der Scheitel etwas gehoben, um die Lage aller vier Kerne hervortreten zu lassen $\left(\frac{250}{1}\right)$, c—f fortschreitende Entwicklung der Zelltheilung (Text) (nach Straßburger).

Manchmal erfolgt auch die freie Zellenbildung ohne Auftreten eines Zellkernes, indem sich eine Zellmembran um formlose Protoplasmamassen oder um Chlorophyllkörnchen, wie bei Hydrodyktion[1]), herumlagert. Die in den neu gebildeten Zellen enthaltene Flüssigkeit ist wiederum Cytoblastema, in welchem die Bedingungen zur Bildung neuer Zellkerne und damit neuer Zellen gegeben sind. Die Zahl der Tochterzellen ist bei dieser Art der Zellenbildung unbestimmt, und die

[1]) Alex. Braun, Betrachtungen über die Verjüngung in der Natur. Leipzig 1851.

Mutterzelle geht hierbei, da nur ein Theil ihres Inhalts verbraucht wird, nicht sofort unter, sondern dauert noch einige Zeit fort, und ernährt ihre Tochterzellen, bis diese durch schließliche Resorption der Mutterzelle, oder indem sie die Wand derselben durchbrechen, frei werden.

Die Zellenbildung durch Theilung (Fächerung) nimmt ihren Ausgangspunkt im Zellkern. Bei den im Scheitel des Eies von Picea vulgaris frei gebildeten vier Zellen ist der Vorgang nach den neueren äußerst förderlichen Arbeiten Ed. Straßburger's folgender. Die Kerne runden sich etwas ab, und es erscheint in ihrem Aequator eine eigenthümliche, aus stäbchenförmigen Körnern gebildete Platte (Fig. 7 c), von welcher nach den Polen hin feine Streifen verlaufen. Die Stäbchenplatte spaltet sich sodann, an den Polen des Zellkerns tritt ein neuer secundärer Zellkern auf, anfangs homogen (Fig. 7 d), später ist ihr Inhalt in parallele körnige Streifen geordnet (Fig. 7 e), und der neue Kern wird von körnigem Protoplasma umgeben. Der Zusammenhang des Tochterzellkerns mit der Fädenmasse wird aufgehoben. Letztere dehnt sich seitlich aus und erlangt eine biconvexe Gestalt. Die Anschwellungen der Fäden im Aequator verschmelzen zu einer annähernd gleichmäßigen Scheibe (Fig. 7 f); im Innern derselben treten aber dunkle Punkte auf, Unterbrechungen, welche sich seitlich vereinigen und schließlich zur völligen Trennung die Scheibe in zwei Hälften theilen. Diese Hälften stellen die Hautschichten (den Primordialschlauch) der neuen Zellen dar, die an den Rändern fehlende Partie wird von dem angrenzenden Protoplasma aus ergänzt. Noch ehe die Spaltung der Hautschichtplatte vollzogen wird, finden sich zu beiden Seiten derselben Stärkekörnchen, als Bildungsmaterial für die sodann ausgeschiedene Cellulosewand der neugebildeten Zellen. Letztere füllen die Mutterzelle von Anfang an ganz aus.

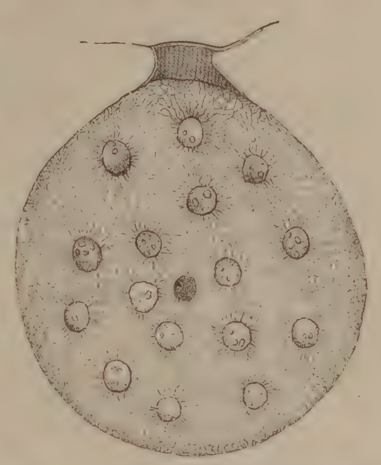


Fig. 8. Embryosack von Salisburya adianthifolia Sm. mit den frei im Innern gebildeten Zellkernen; um jeden Kern eine hellere Zone $\left(\frac{100}{1}\right)$ (nach Straßburger).

Bei den Cambiumzellen der Coniferen, welche sich durch eine tangentiale (zur Oberfläche parallele) Wand theilen, und hierdurch zur Bildung von Holz-, Harz- und Markstrahlzellen nach innen, und von Bast- und Rindenparenchymzellen nach außen Veranlassung geben, tritt die Streifung des Zellkerns transversal zu der künftigen Theilungsrichtung auf (Fig. 9), die Auseinanderweichung der beiden Segmente der Kernplatte ist eine relativ geringe. Die Scheidewand wird auch hier nach Dippel[1]) gleichzeitig, nach Straßburger succedan gebildet; nur das

[1]) Das Mikroskop und seine Anwendung. Braunschweig 1872. S. 49.

Stück zwischen den Kernen wird auf einmal gebildet. Das Cambium der Laubhölzer bildet in gleicher Weise auch Gefäßzellen, welche schon frühzeitig sich stark ausdehnend von den übrigen Elementen des Holzringes unterschieden sind. Bei manchen Fadenalgen, denen ein Zellkern fehlt, tritt im Theilungsproceß zunächst ein schwacher Ring farblosen (wasserreichen?) Protoplasmas auf, von welchem die Chlorophyllschicht zurückweicht, und in dem zugleich die ringförmige Anlage der neuen Zellwand, von der Mutterwand ausgehend, sich ansetzt (Fig. 10) und allmählig zur Scheidewand zusammenschließt. Die Pollenmutterzellen der Mono- und Dikotyledonen und die Sporenmutterzellen der höheren Kryptogamen theilen sich in vier Tochterzellen.

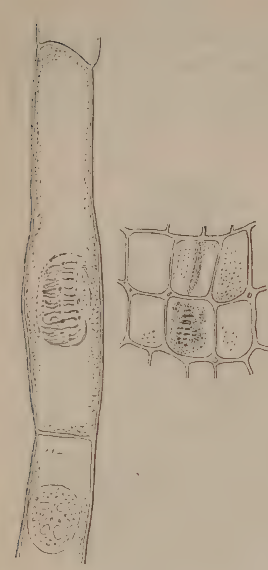


Fig. 9. Cambiumzellen aus dem einjährigen Triebe von Pinus sylvestris: links im radialen Längsschnitt (ein Kern in Theilung); rechts im Querschnitt (der Kern in der mittleren Häfte der unteren Reihe sichtbar und eben in Theilung) $\left(\frac{600}{1}\right)$ (nach Straßburger).

Das Protoplasma sammelt sich vorzüglich an der inneren Wand der Zellen und überzieht ebenfalls häufig den Zellenkern. In lebhaft vegetirenden Zellen, z. B. den Cambiumzellen der Bäume und Sträucher in Stamm und Wurzeln, ist das Protoplasma nicht selten in strömender Bewegung. Diese Bewegungen des Protoplasma sind von verschiedenem Charakter; man kann ihrer etwa vier Hauptarten unterscheiden:

1) Rotation: das Protoplasma, sammt den von ihm umschlossenen Körperchen, läuft in einem breiten Strome an der Zellwand entlang, in sich selbst zurück;
2) Circulation: die Bewegung geht sowohl an der Wand der Zelle hin, als auch faden- oder bandförmig von einer Zellwand zur anderen, in verschiedenen und wechselnden Richtungen;
3) Glitschbewegungen (Nägeli): einzelne Theilchen des Protoplasma oder ein oder wenige Körnchen bewegen sich isolirt in verschiedenen Richtungen, oft nur eine Strecke, um dann an ihren Ausgangspunkt zurückzukehren;
4) Molecular-Bewegungen (Brown'sche Bewegungen): zitternde Locomotion einzelner Partikelchen auf kurze Strecken und isolirt an ihrer Umgebung.

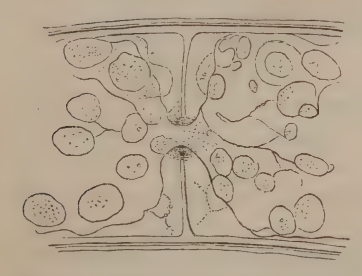


Fig. 10. Zelle von Cladophora fracta, in Theilung. Zwischen den (punktirten) Protoplasmakörpern unregelmäßig anostomosirende Protoplasmaströme $\left(\frac{600}{1}\right)$ (nach Straßburger).

Der Grund dieser Strömung scheint in der chemischen Wechselwirkung zwischen dem Protoplasma und dem übrigen Zellsafte zu liegen. Von der Temperatur ist ihre — übrigens geringe — Geschwindigkeit (in den Staub-

fadenhaaren von Tradescantia virginica bei 17° R. 13—14 μ in der Secunde) in hohem Grade abhängig. In größter Menge ist das Protoplasma in jungen Zellen enthalten, die dann oft scheinbar ganz davon erfüllt sind, bis nach und nach immer mehr wässeriger Zellsaft eindringt. Protoplasmakörper ohne alle Höhlung stellen unter anderen die Zellen der Nostocaceen dar. Die sogenannten Vacuolen sind mit wässerigem Zellsafte erfüllte Lücken im Protoplasma jugendlicher Zellen. Sie nehmen mit dem Wachsthum der Zelle an Volumen zu durch Wasser-Imbibition und Ausscheidung des Protoplasma. Letzteres wird durch die wachsenden Vacuolen zunächst in Bänder und Fäden gesondert (Fig. 11) und schließlich als Wandbeleg an die Innenwand der Zelle zusammengedrückt. Mit dem Tode der Zellen verschwindet, wie der Zellsaft, auch das Protoplasma.

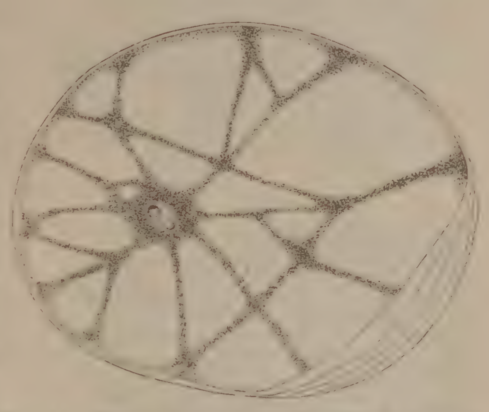


Fig. 11. Isolirte Zelle aus dem Fruchtfleische der reifen Schneebeere (Symphoricarpus racemosus Michx.) mit Zellkern, Kernkörperchen, Protoplasma, Vacuolen.

Wachsthum der Zelle. — Die Zellen sind bei ihrer Entstehung, je nachdem sie frei oder durch Theilung entstanden sind, ferner nach der Gestalt ihrer Mutterzellen und der Art der Theilung entweder mehr oder minder kugelförmig, oder mehr oder minder in die Länge gestreckt. Die Ausdehnung der neugebildeten Zelle erfolgt durch Einlagerung von Zellstoffmolecülen zwischen die festen, von Wasserhüllen umgeben gedachten Molecüle. Dieses Wachsthum durch „Intussusception" (Nägeli) — im Gegensatze zu dem Wachsthum eines Körpers durch Apposition an dessen Außenfläche — wird begünstigt durch den Zustand einer starken Spannung (Turgor), in welche die jugendliche elastische Zellhaut zu dem von ihr umschlossenen Protoplasma, in Folge einer gewaltigen Imbibitionskraft des letzteren für Wasser, versetzt wird.

Das Wachsthum der Zellwand ist selten in allen ihren Punkten oder in allen Dimensionen des Raumes gleich stark. Ungleiches Wachsthum der Membranen erzeugt in der weiteren Entwickelung vielfache Formveränderungen der Einzelzelle. Ungleiches Wachsthum benachbarter Zellgewebe giebt zu der Erscheinung der „Gewebespannung" Anlaß. So dehnt sich die isolirte Pollenzelle an einer oder an wenigen Stellen zu langen Schläuchen aus. Caulerpa, eine fußlange Alge, besteht aus einer einzigen Zelle, zeigt aber scheinbar einen walzenförmigen Stengel, vielfach verzweigte Wurzeln und mannigfach gestaltete Blätter. Sind viele Zellen zu einem Gewebe vereinigt, so wird ihre spätere Form hauptsächlich bedingt durch den mehr oder minder starken Druck, welchen sie bei ihrem Wachsthume gegenseitig auf einander ausüben, und welchem ihre Wände, so lange sie weich und biegsam sind, nachgeben. Sind die Zellen bei ihrer Ent-

stehung mehr oder weniger kugelig und, in Folge allseitiger und gleichmäßiger Ernährung und entsprechenden Wachsthumes, einem allseitig gleichmäßigen und leichten Drucke ausgesetzt, wie in fleischigen Früchten und Knollen, so nehmen sie, wenn sie zugleich annähernd gleiche Größe haben, gewöhnlich die Form eines Rhombendodekaeders an und erscheinen dann im Durchschnitte als ziemlich regelmäßige Polygone; zeigen sie aber, was meist der Fall ist, eine ungleiche Größe, so wird die Gestalt unregelmäßig polyedrisch, und ihre Durchschnittsfläche erscheint von einer wechselnden Zahl von Seiten umgrenzt. Ist der Druck nicht von allen Seiten gleich, so wird ihre Gestalt tafelförmig oder prismatisch.

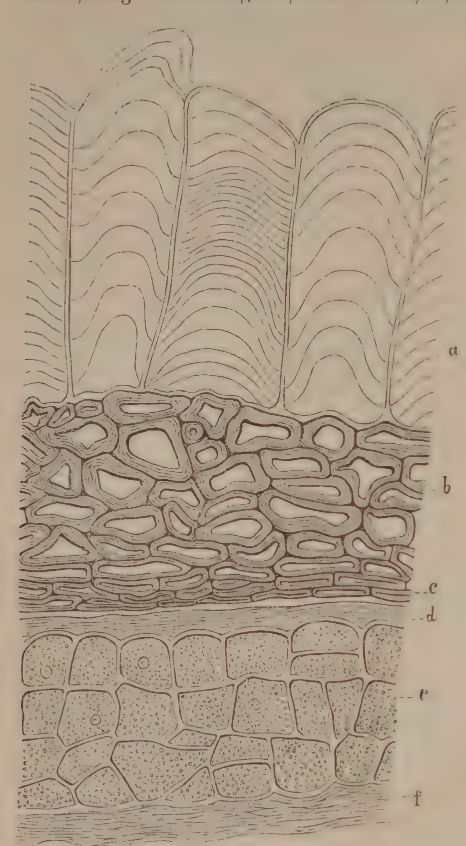


Fig. 12. Querschnitt durch die Hülle des Quittenkerns: a Epidermis aufgequollen; b und c Integumente des Samen; d—f Reste des Knospenkernes, dessen äußerste (d) und innere Partie (f) bereits ausgeschöpft und zusammengefallen sind.

In manchen Fällen (bei vielen Samen während der Reifung) wird der hemmende Gegendruck dadurch gemäßigt, daß im Jugendstadium vorhandene, zumeist mit Reservestoffen gefüllte Gewebe in der weiteren Entwicklung entleert werden und zusammenfallen, wodurch den nachwachsenden Zellen einestheils Bildungsmaterial geliefert, anderentheils Raum geschaffen wird (Fig. 12d u. f). Andere Verschiedenheiten der Zellenform sind auf ungleiches (localisirtes) Wachsthum der Zellmembran zurückzuführen. Man unterscheidet dabei apiales oder Spitzenwachsthum — wo einzelne oder mehrere Punkte der Zellmembran local vorherrschend wachsen — und intercalares Wachsthum — wo die Einlagerung neuer Substanz eine Zelle in dem ganzen Umfange ihrer Seitenwandung, oder in einem innerhalb der Zellfläche liegenden Gürtel trifft. Auf die erstere Weise entstehen unregelmäßig ausgebuchtete (Fig. 13), eingebuchtete (Fig. 14), ästige oder verzweigte Zellen (im Baste und Hypoderma mancher Pflanzen) (Fig. 15), oder rundliche Zellen, die nur an

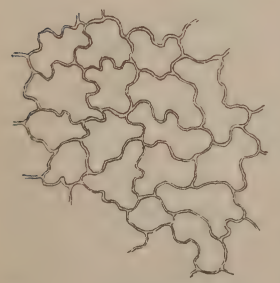


Fig. 13. Epidermiszellen der Blattoberseite von Fagus sylvatica sanguinea.

einer oder der anderen Stelle einen kurzen Vorsprung zeigen und daher eine ziemlich unregelmäßige Form haben (bei vielen Pflanzen im Parenchym der unteren Blattfläche); seltener mehr oder minder regelmäßig **sternförmig** ausgewachsene Zellen (besonders schön im Marke der Binsenstengel) (Fig. 16), welche Form daraus hervorgeht, daß alle mit benachbarten Zellen in Berührung stehenden Theile der Zellwand röhrenförmig auswachsen.

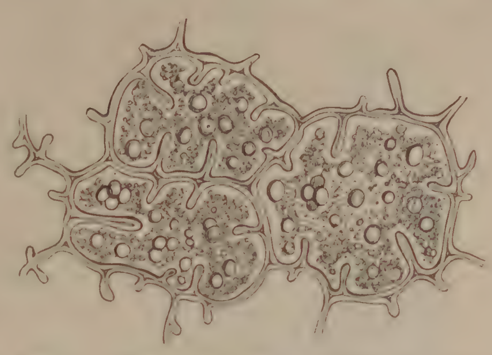


Fig. 14. Mesophyllzelle aus dem Blatte von Pinus austriaca.

Auch die Bildung der **Wurzelhaare** (Fig. 17), des Pollenschlauchs, sowie des Myceliums der Pilze 2c. beruht auf Spitzenwachsthum. Erfolgt Ernährung und Wachsthum überwiegend nach **einer** Richtung, so wird die rundliche Zelle mehr und mehr schlauchförmig; besonders häufig ist dies aber bei Zellen der Fall,

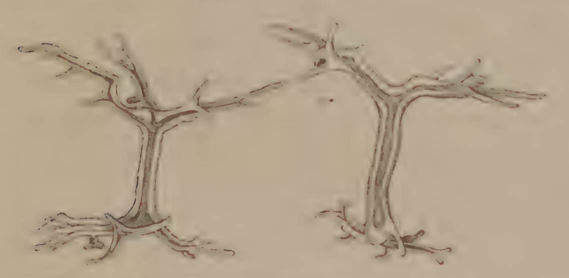


Fig. 15. Starkverzweigte Sklerenchymzellen aus dem Blatte von Hakea ceratophylla $\left(\frac{75}{1}\right)$.

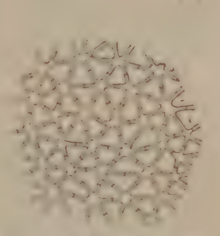


Fig. 16. Sternförmiges Parenchym aus dem Halme von Juncus compressus.

die durch Längstheilung langgestreckter Zellen entstanden schon dieser Entstehung nach langgestreckt sind, und die sich dann so in die Länge strecken, daß sie sich entweder mit ihren spindelförmigen Enden zwischen einander einschieben, oder bei geringerer Ausdehnung in die Länge durch die anstoßenden Zellen nur mehr oder minder schief abgeflacht werden (Fig. 18; Fig. 23). Derartige Zellen



Fig. 17. Wurzelhaar von Triticum vulgare: α Protoplasma.

finden sich in allen Organen, welche ein starkes Längenwachsthum zeigen, wie Stengel und Zweige, über den Adern der Blätter (Fig. 19 α) 2c. Sehr lang gestreckte Zellen werden auch Fasern (Bast), Schläuche (Pollen), Fäden (Pilze) genannt.

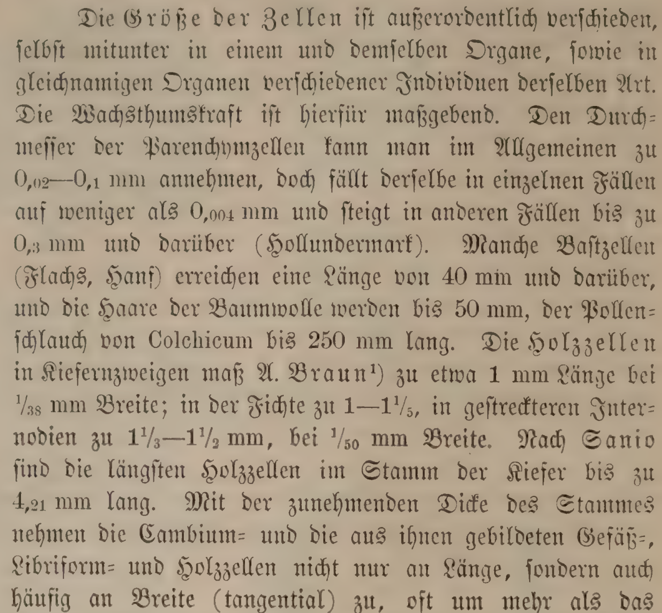


Fig. 18. Holzzellen, Markstrahlen β u. poröse Gefäße α aus dem Holze von Betula alba (Tangentialschnitt).

Die Größe der Zellen ist außerordentlich verschieden, selbst mitunter in einem und demselben Organe, sowie in gleichnamigen Organen verschiedener Individuen derselben Art. Die Wachsthumskraft ist hierfür maßgebend. Den Durchmesser der Parenchymzellen kann man im Allgemeinen zu $0{,}_{02}$—$0{,}_{1}$ mm annehmen, doch fällt derselbe in einzelnen Fällen auf weniger als $0{,}_{004}$ mm und steigt in anderen Fällen bis zu $0{,}_{3}$ mm und darüber (Hollundermark). Manche Bastzellen (Flachs, Hanf) erreichen eine Länge von 40 mm und darüber, und die Haare der Baumwolle werden bis 50 mm, der Pollenschlauch von Colchicum bis 250 mm lang. Die Holzzellen in Kiefernzweigen maß A. Braun[1]) zu etwa 1 mm Länge bei $^1/_{38}$ mm Breite; in der Fichte zu 1—$1^1/_5$, in gestreckteren Internodien zu $1^1/_3$—$1^1/_2$ mm, bei $^1/_{50}$ mm Breite. Nach Sanio sind die längsten Holzzellen im Stamm der Kiefer bis zu $4{,}_{21}$ mm lang. Mit der zunehmenden Dicke des Stammes nehmen die Cambium- und die aus ihnen gebildeten Gefäß-, Libriform- und Holzzellen nicht nur an Länge, sondern auch häufig an Breite (tangential) zu, oft um mehr als das Doppelte. Bei der Kiefer fand Sanio[2]) die Cambiumzellen an der Basis des vorjährigen Triebes (im Winter) $0{,}_{012}$ mm breit, an der Basis eines hundertjährigen Stammes $0{,}_{026}$ mm. Hierdurch, sowie durch radiale Theilungen der Cambiumzellen, wird dem Bedürfniß, eine wachsende Kreisfläche lückenlos auszufüllen, entsprochen. Auch die Länge der genannten Zellen nimmt häufig in den auf einander folgenden Jahresringen zu, bis sie schließlich constant bleibt.



Fig. 19. Epidermis der Blattunterseite von Castanea vesca, Aderzellen (α), Spaltöffnungen, Einzelhaar.

Wie die Endgestalt der Zellen mancherlei Variationen darbietet, so werden auch die noch im Wachsthum begriffenen Zellen als schwammförmige Zellen, Mesenchym 2c. unterschieden. Desgleichen werden diejenigen Zellen, welche durch den Theilungsproceß

[1]) Ueber den schiefen Verlauf der Holzfasern. Berlin 1854, S. 53.
[2]) Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik 8 (1872), 401.

sich zu vermehren vermögen, als „Theilzellen“ oder Meristem in Gegensatz gestellt zu den für solche Function bereits unfähigen „Dauerzellen“. Ein fernerweit unterscheidendes Moment ergiebt die Art des Zusammenschlusses der fertigen Zellen. Parenchymzellen sind an den Kanten ihrer polygonalen Flächen durch Intercellularräume von einander geschieden (Fig. 21) und grenzen sich in verticaler Richtung durch horizontale Querwände ab, während Prosenchymzellen (Cambium-, Bastzellen, Holzzellen u. a. langgezogene Elemente) mit mehr oder minder durch Spitzenwachsthum schief gestellten Querwänden lückenlos in einander greifen. Stark verdickte, harte Zellen nennt man Sklerenchym- oder hornartige Zellen (Holz- und Korkzellen, Zellen im Pflaumenstein, in den steinigen Concrementen des Birnenfleisches [Fig. 20] ꝛc.) Auch die Configuration der secundären Membran giebt zur Aufstellung unterschiedlicher Zellenarten Anlaß.

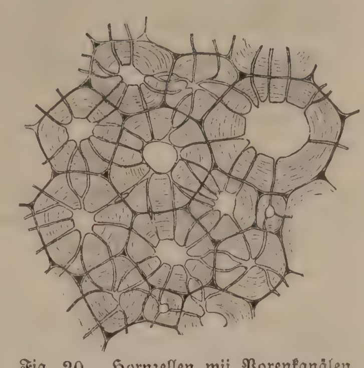


Fig. 20. Hornzellen mii Porenkanälen aus dem Fruchtfleisch der Birne.

Die ausgebildete primäre Zellmembran ist unlöslich im Wasser, elastisch, vollkommen gleichmäßig, wasserhell, durchsichtig, von sehr geringer Dicke und überall zwar geschlossen, jedoch für Flüssigkeiten durchdringlich („permeabel“); sie verdickt sich nur in ihrer Jugend und zwar im Allgemeinen sehr unbedeutend, selten an einzelnen Stellen stärker, wodurch dann nach außen und innen kleine Höcker entstehen. Die Grenze zweier jugendlichen Nachbarzellen wird durch eine gemeinsame primäre Zellmembran gebildet. Während des Lebensprozesses scheiden sich aber aus dem Zelleninhalte verschiedene flüssige und feste Stoffe ab, von denen letztere theils in der Flüssigkeit lose umherschwimmen (Fig. 21 und 22) oder, in dem Protoplasma eingebettet, mit den Strombewegungen desselben fortgewälzt (Stärke, Chlorophyllkörner), theils für das Wachsthum der Zellhaut in die Dicke verwendet werden. Diese Verdickung (Bildung der secundären Membran) erfolgt zwischen der Zellwand und dem Primordialschlauche entweder in Form eines mehr oder weniger breiten Bandes, oder schichtenweise und zwar stets von innen her, so daß

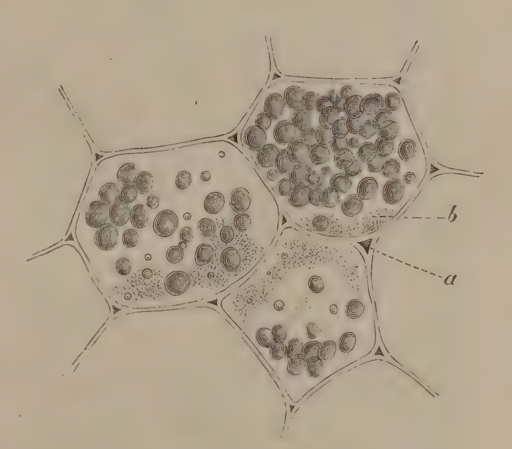


Fig. 21. Stärke-Parenchymzellen aus dem Blattstiel des wilden Weins (Ampelopsis hederacea) a Intercellularraum, b Protoplasma.

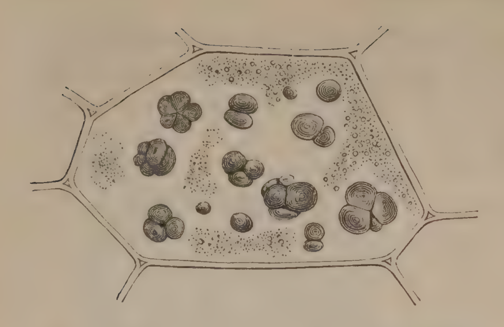


Fig. 22. Parenchymzelle aus einer Blattgalle der Phylloxera vastatrix an Vitis vinifera mit Stärkekörnern und Protoplasma.

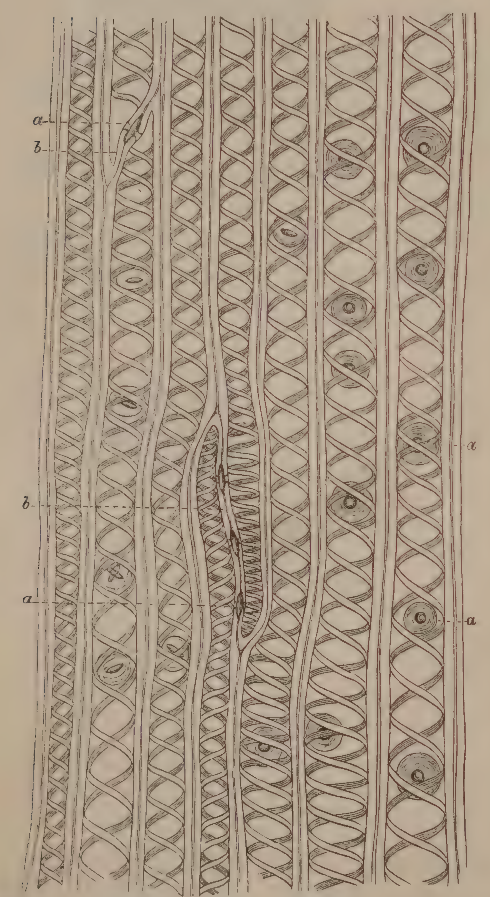


Fig. 23. Radialschnitt durch das Holz von Taxus baccata. a gehöfte Tüpfel, überlagert von einer schraubenförmigen tertiären Membran; b Querwand zweier Holzzellen mit gehöften Tüpfeln im Querschnitt (a) $\left(\frac{350}{1}\right)$.

die älteste Verdickungsschicht der primären Zellmembran anliegt, die jüngste dagegen die Höhlung der Zelle begrenzt, oder, wenn diese noch lebensthätig ist, den Primordialschlauch berührt; hierdurch wird die Zellwand bald schwächer, bald stärker verdickt und zuweilen die Höhlung der Zelle fast ganz ausgefüllt. Oft wird die secundäre noch durch eine tertiäre Membran überlagert, schraubenförmig in der Holzzelle von Taxus baccata (Fig. 23); nach Dippel[1]) hat auch das Collenchym häufig drei Membranen. Das Schraubenband und die anders gestalteten Verdickungsschichten bestehen nicht, wie die primäre Zellwand, aus Cellulose ($C_6H_{10}O_5$), welche mit Stärke, Dextrin, Inulin, Gummi chemisch isomer ist, sondern sie sind aus verschiedenartigem Material gebildet. Als Lignose bezeichnet man den Stoff ($C_{18}H_{26}O_{11}$), welcher die secundäre Membran der Holzzellen bildet. Die Sklerenchym- oder Hornzellen der steinigen Concremente in den Birnen, Steinen der Drupaceen &c. werden durch Glykodrupose ($C_{24}H_{36}O_{16}$) verdickt.[2]) Das Verdickungsmaterial der Korkzellen ist Suberin, vereinigt mit diversen durch Reagentien extrahirbaren Substanzen (Cerin, Dekarylsäure &c.). Die Collenchymzellen sind verdickt durch eine in Kali stark aufquellende Substanz.

Verholzung und Verkorkung

[1]) L. Dippel, das Mikroskop und seine Anwendung. Braunschweig, 1872. II. Th. 108.

[2]) J. Erdmann, Ann. der Chem. u. Pharm. 138, 1.

schreiten von außen nach innen, also mit dem Alter der Schichten fort, erstrecken sich aber nicht immer gleichmäßig auf alle Zellwände, so daß zuweilen eine Wand einer Zelle verholzt oder verkorkt sein kann, während die ihr gegenüber liegende, gewöhnlich weniger stark verdickte, aus reinem Zellstoff besteht. Bei der Verholzung, Verkorkung ꝛc. wandelt sich die Cellulose der Verdickungsschichten allmählig durch einen Desoxydationsproceß theilweise in Holzstoff, in Korkstoff, Leim oder in Glykodrupose um, und es werden die Verdickungsschichten von diesen Stoffen durchtränkt. Nach der Extraction mittelst Aetzkalis bleibt dann ein Skelett der Verdickungsschichten von Zellstoff zurück. Auch lagern sich nicht selten mineralische Stoffe, namentlich Krystalle von oxalsaurem Kalke[1]) oder Kieselerde in den Verdickungsschichten ab. Die innerste und jüngste Verdickungsschicht, die tertiäre Membran, besteht aber in vielen Fällen, so lange die Zelle lebt, aus reinem Zellstoffe; auch der Zellstoff der primären Zellwand bleibt vielfach unverändert, oder zeigt wenigstens andere chemische Eigenschaften, als die Verdickungsmasse (Sanio). Nur die aus reinem oder ziemlich reinem Zellstoffe bestehenden Zellen sind biegsam, die verholzten oder verkorkten dagegen sind starr, führen, wenn sie vollständig ausgebildet sind, in der Regel Luft, und nur ausnahmsweise Zellsaft; sind sie aber nur auf einer Seite verholzt oder verkorkt, so sind sie noch zur Leitung von Nahrungsstoffen und selbst zur Bildung von neuen Zellen fähig (Oberhautzellen von Viscum).

Die Ablagerung der Verdickungsschichten erfolgt, wie das Längswachsthum der elastischen primären Zellhäute, durch Intussusception (S. 53). Auch wird nicht immer die ganze Innenfläche der primären Zellmembran in gleichem Maße verdickt. Oft ist die eine Seite der Zelle vorherrschend stärker verdickt, als die anderen (Zellen der Oberhaut vieler Pflanzen). Selbst an den Cambiumzellen pflegen die radialen Wände ungleich stärker zu sein, als die tangentialen. Noch häufiger finden sich verdünnte Stellen oder Löcher in den Verdickungsschichten selbst, wodurch die Zellen auf verschiedene Weise gestreift oder punktirt erscheinen.

Nach Maßgabe der Beschaffenheit der Verdickungsschichten unterscheidet man folgende Zellenarten, wobei nicht ausgeschlossen, daß auch die in der Regel dünnwandigen Parenchymzellen unter Umständen verdickte Membranen besitzen.

Faserzellen. — Faserzellen (Cellulae fibrosae) entstehen, wenn die Verdickungsschichten aus dichteren und minder dichten regelmäßig neben einander liegenden Partien bestehen; die Zellwand erscheint dann breiter oder schmäler gestreift, und die Verdickungsschichten zeigen eine scheinbar faserige Structur (Bastzellen). Nicht selten ist die Richtung dieser Streifen in den auf einander folgenden Schichten eine verschiedene, oft kreuzen sich die Linien, indem die Streifung in der einen Schicht nach rechts, in der anderen nach links gewunden aufwärts steigt, so daß die Wand ein schief gegittertes Ansehen erhält (Bastzellen von Vinca).

Poren- oder Tüpfelzellen. — Zum großen Theile scheint die Beschaffenheit der Verdickungsschichten durch den gegenseitigen Einfluß benachbarter Zellen

---

[1]) Solms-Laubach, Botanische Zeitung **29** (1871), 509.

bedingt zu werden, indem an denjenigen Stellen, an welchen der Saftaustausch erfolgt, die Verdickung gänzlich zu unterbleiben scheint und die Verdickungsschichten

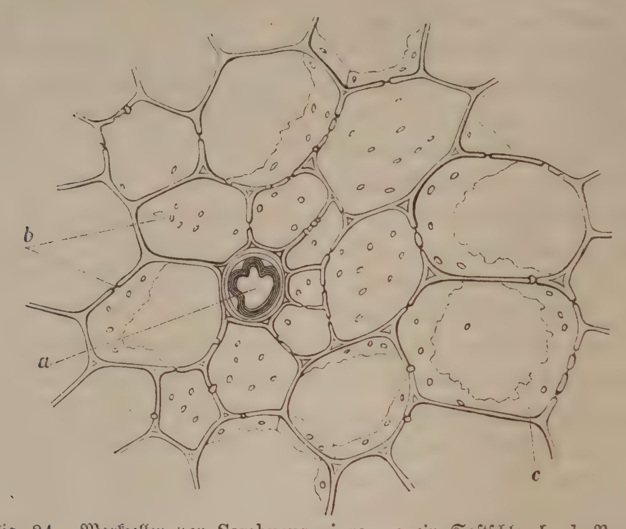


Fig. 24. Markzellen von Sambucus nigra. a ein Saftschlauch; b Poren von der Fläche und im Querschnitt.

daher an diesen Stellen durchlöchert oder porös erscheinen (Fig. 24, Fig. 25). Aus den einfachen Poren oder Tüpfeln werden bei starker Verdickung kleine Kanäle, die Porenkanäle (Fig. 20, Fig. 26). Poren und Porenkanäle einer Zelle enden blind an der primären Membran, treffen aber stets genau mit Poren oder Porenkanälen benachbarter Zellen zusammen, so daß dieselben nur durch die primäre Zellwand von einander geschieden sind. So gebildete Zellen, welche außerordentlich häufig vorkommen, nennt man Porenzellen (Cellulae porosae). Ihnen verwandt sind die weiter unten zu erörternden Siebröhren, Gitterzellen und die Vasa propria der Monokotyledonen.

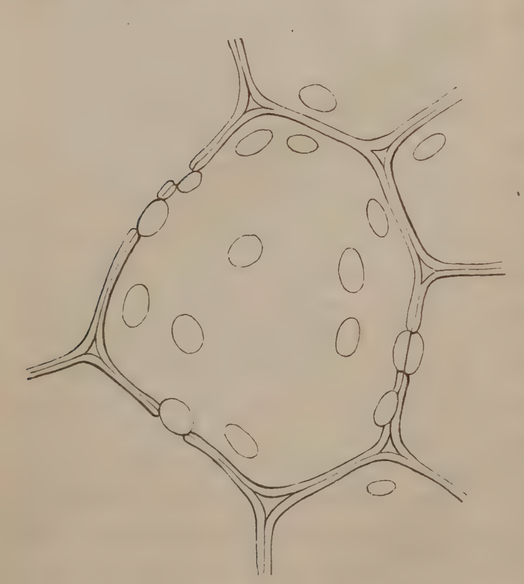


Fig. 25. Eine Zelle aus Fig. 24 stärker vergrößert.

Hoftüpfelzellen. — Nicht selten sind die Poren, von der Fläche (zumeist im Radialschnitt) gesehen, wieder von einem optisch verschiedenen größeren Kreise um=

geben und werden dann gehöfte oder Hof-Tüpfel genannt. Der Hoftüpfel entsteht durch Uebergreifen der später abgelagerten Verdickungsschichten über eine anfangs verbleibende Kreisfläche. Die specielle Entwicklungsgeschichte desselben ist folgende. An einzelnen Berührungsstellen zweier benachbarten Zellen bleibt zunächst eine größere kreisrunde Fläche von der Ablagerung einer secundären Membran überhaupt verschont. Diese Kreisfläche, auf welcher der Tüpfel sich aufbaut, erfährt bei der Kiefer sogar (durch Resorption) eine Verdünnung der primären Zellmembran. Dies ist der „Primordialtüpfel" Sanio's[1]), der durch den Tüpfel nicht immer ganz ausgefüllt wird. Der Hoftüpfel selbst erscheint zuerst im Aufriß als einfach conturirter Kreis, dessen Umriß sich sodann verdoppelt. Der innere Kreis rückt darauf, von dem älteren sich entfernend, mehr und mehr nach innen, bis er die constant bleibende Größe des Tüpfelcanals erreicht hat. Die erste Bildung des Tüpfels gehört der primären Membran an (wird durch Chlorzinkjod hellblau gefärbt), entsteht nach Sanio wahrscheinlich durch verstärktes Wachsthum in der Richtung der Kreislinie, nicht, wie Schacht und Dippel postulirten, durch Faltung der primären Membran. Der Tüpfelraum (Hof) bildet den äußeren, der Tüpfelcanal den inneren Kreis. Der Hoftüpfel ist stets durch eine Scheidewand geschlossen. Der mittlere Theil der in den Tüpfelräumen ausgespannten Scheidewand ist (besonders im Herbstholz) stärker, als die Randfläche (Fig. 27 c).



Fig. 26. Poröse Holz-Parenchymzellen von Vitis vinifera.

Gehöfte Tüpfel sind sehr selten an der tangentialen Wand der Holzzellen; am größten (bis 0,0253 mm Weite) und häufigsten an den Radialwänden des Frühlingsholzes und älterer Stämme. Im Wurzelholz stehen in der Regel (seltener im Frühlingsholz älterer Stämme) zwei Tüpfel neben einander, umgeben von einem gemeinschaftlichen Primordialtüpfel. Diese Art von Zellen, welche nur als Gefäß- und Holzzellen, die frühzeitig ihren Zellsaft und protoplasmatischen Inhalt verlieren, vorkommen, und besonders ausgezeichnet im Holze des Stammes und der Wurzel unserer Nadelbäume sind, nennt man punktirte Zellen oder Tüpfelzellen (Cellulae punctatae).

Netzzellen. — Schraubenzellen. — Ringzellen. — Lagert sich die Verdickungsmasse in Form eines Bandes oder in der Art ab, daß entweder netzförmig angeordnete Leisten gebildet werden, welche der primären Membran um so fester

[1]) Anatomie der gemeinen Kiefer. Pringsheim, Jahrb. f. wissensch. Botanik 9, S. 72.

anhangen, je weniger sich diese nach der Ablagerung ausdehnt; oder daß eine zusammenhangende Schraube, oder endlich einzelne getrennte Ringe entstehen, welche beide mit der Zellwand gewöhnlich schwach oder gar nicht verbunden sind. Hiernach unterscheidet man Netzzellen (Cellulae retiferae) (Fig. 28), Schrauben-

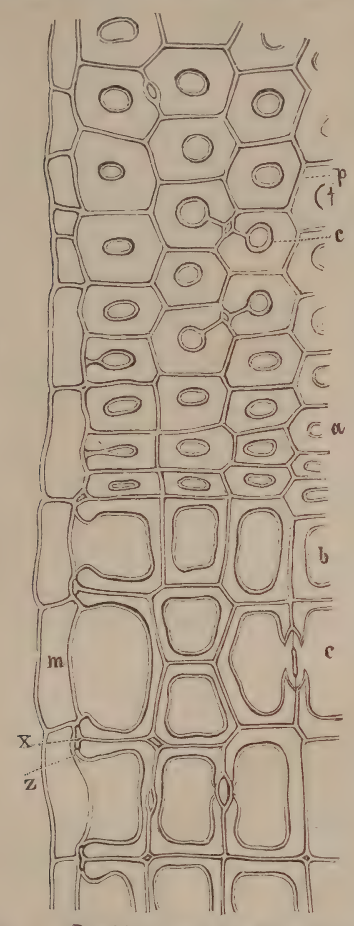


Fig. 27. Querschnitt durch das Stammholz von Pinus sylvestris an der Grenze zweier Jahresringe. a Herbstholz; b Frühjahrsholz. c Hoftüpfel im Querschnitt. p primäre, t tertiäre, zwischen beiden die secundäre Zellwand; m Markstrahlzelle mit großem einfachen Tüpfel. x Gabelung der primären Membran; z Verstärkung der secundären Membran an der Grenze der Markstrahlzelle.

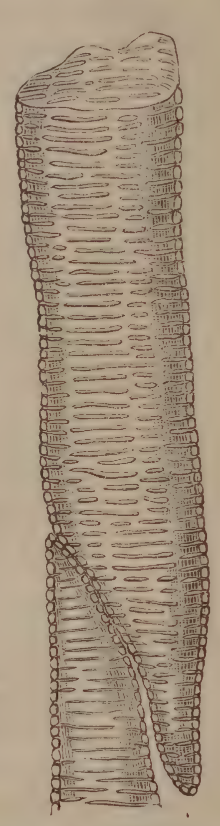


Fig. 28. Bruchstücke zweier netzförmig verdickten Zellen.

zellen (Cellulae spiriferae) (Fig. 29) und Ringzellen (Cellulae annuliferae) (Fig. 30). Netzzellen entstehen immer erst, wenn sich der Pflanzentheil, in welchem sie sich finden, nur noch wenig oder gar nicht mehr in die Länge streckt, während sich Spiral- und Ringzellen während des lebhaften Längenwachsthums des betreffenden Pflanzentheiles bilden; die Windungen der Schraube sowohl, als die einzelnen Ringe sind dann stets um so weiter von einander entfernt, je stärker sich die Zelle in die Länge gestreckt hat. Schrauben- und Ringgefäße bilden öfter

Uebergänge; in ersteren erfährt das Schraubenband bisweilen eine Spaltung oder Verschmelzung. Das Spiralband ist häufig abrollbar und mechanisch lang herauszuzerren: bis über 30 cm weit bei den trockenhäutigen Zwiebelhüllen von Crinum natalense etc. Bei den Holzzellen der Eibe (Taxus) findet sich auf den der primären Zellmembran angrenzenden getüpfelten Verdickungsschichten die tertiäre Membran in Form einer Schraubenlinie.

Die von der Verdickungsmasse frei gebliebenen Stellen der Zellmembran werden zuweilen ganz resorbirt, so daß wirkliche Löcher entstehen, wie in den Zellen der Blätter von Sphagnum und Dicranum, sowie in den älteren Tüpfelzellen; namentlich aber findet eine solche Resorption häufig, und zwar meist schon sehr früh, bei den Querwänden von in Reihen über einander stehenden, in der Regel in der Richtung der Saftbewegung lang gestreckten Zellen statt, wodurch dann continuirliche Röhren, die sogenannten Gefäße, entstehen, welche, sobald sie ausgebildet sind, gewöhnlich keinen Saft mehr führen, sondern nur Luft. Die Zellen, welche, aus Cambiumzellen hervorgegangen, durch eine derartige Verschmelzung zur Bildung von Gefäßen Veranlassung geben, werden Gefäßzellen genannt.



Fig. 29. Theil eines Schraubengefäßes; das Band hier und da gespalten.

Verbindung der Elementarorgane unter einander.

Verhältnißmäßig selten kommen einzelne freie Zellen selbstständig vor (Sporen der Kryptogamen, Pollenkörner, manche Algen- und Pilzgattungen etc.). In der Regel sind die gleichwerthigen Elementarorgane gruppenweise zu verschiedenartigen „Zellgeweben" unter einander verbunden. Die Werthigkeit von Zellen ist bedingt durch deren Gestalt, Größe, Membran und Inhalt. Ursprünglich besteht die Anlage eines jeden neuen Pflanzenorganes, insbesondere der junge Keim, die junge Knospe, die Vegetationsspitze der Stamm- und Wurzelaxe, der jungen Blattspreite, ausschließlich aus einem Gewebe kleiner, mehr oder minder kugelförmiger, dünnwandiger Zellen, welche von trübem Protoplasma erfüllt und theilungsfähig sind, und deren Intercellulargänge niemals Luft führen. Dieses homogene Gewebe dient der Zellenbildung und wird, da aus ihm alle anderen Pflanzengewebe hervorgehen, Urparenchym oder Urmeristem (Fig. 31) genannt. Im Gegensatz dazu heißt alles an anderen

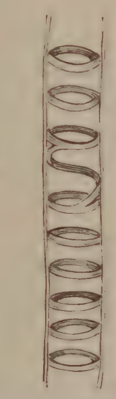


Fig. 30. Theil eines Ringgefäßes; in der Mitte Uebergang zur schraubenförmigen Verdickung.

Orten auftretende, erst später sich bildende Theilungsgewebe: Folgemeristem. Mit dem Fortschritt des Wachsthums sondert sich zunächst das Urmeristem in eine Anzahl morphologisch verschiedener Zellenschichten, „Initialschichten" (Famintzin)[1]. Aus jeder dieser Schichten werden mit der Zeit ganz bestimmte, für jede der Schichten charakteristische Gewebe gebildet. Nach J. Hanstein sind in dem Gipfel des wachsenden Sprosses drei Meristemschichten zu unterscheiden. Die oberste Schicht,

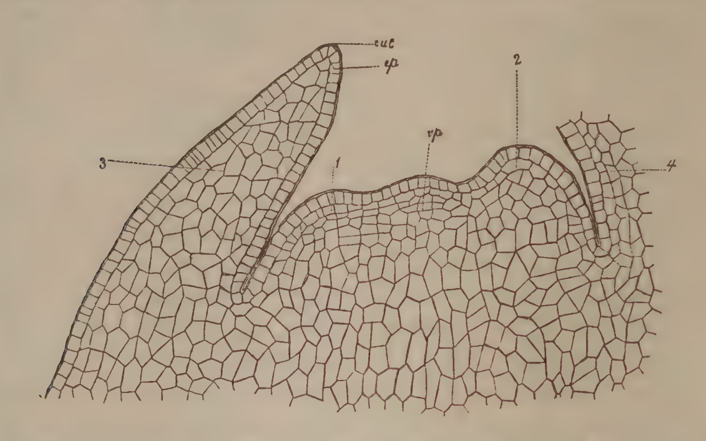


Fig. 31. Vegetationsspitze (Urmeristem) des sich entwickelnden Embryo von Quercus rubra. vp Vegetationspunkt; 1—4 erste Blätter; cut Cuticula; ep Epidermis.

das Dermatogen, erzeugt die Epidermis und die Mutterzellen der Trichome; die zweite darunter liegende Schicht, das Periblema, erzeugt das äußere Rindenparenchym, und die dritte Schicht, das Pleroma, erzeugt das Procambium und das Markmeristem. In der weiteren Entwicklung der genannten Gebilde des Urmeristems entstehen sodann folgende drei Systeme von Geweben:

1) Oberhautgewebe;
2) Grundgewebe;
3) Fibrovasalstränge oder Gefäßbündel;

während sich das Urmeristem fortdauernd auf die jüngsten Theile, die vorschreitenden „Vegetationspunkte" der Stengel- und Wurzelaxe, der Blätter rc. beschränkt, durch stetige oder periodische Neubildung der differenten Gewebeformen das Wachsthum der Pflanzen bedingend.

Das Oberhautgewebe.

Das Oberhautgewebe liegt nach außen und besteht in der Regel nur aus einer, selten (durch nachträgliche tangentiale Theilung) aus zwei Schichten von Zellen, welche seitlich fest an einander schließen und stärker unter einander zusammenhangen, als mit den darunter liegenden Zellen, auch meistens kleiner

[1] A. Famintzin: Beitrag zur Keimblattlehre im Pflanzenreiche. Mém. de l'Acad. imp. des sciences de St. Petersbourg. VIIe Serie, XXII, No. 10.

sind, als letztere. Die oft sehr stark verdickten Hornzellen des Hypoderma, welche z. B. den Nadeln der Coniferen ihre hohe Festigkeit verleihen, gehören ihrem Ursprunge nach dem Grundgewebe an. Die Zellen der Epidermis sind bei den verschiedenen Pflanzen und deren Organen verschieden gestaltet, bald rundlich, kegel- oder cylinderförmig, bald tafelförmig, unregelmäßig ausgebuchtet rc.; ihre nach außen gelegene, d. h. der Luft zugewendete Zellwand verdickt sich häufig stärker, als die innere und die radialen Wände, und die Verdickungsschichten werden dann meist verkorkt oder cuticularisirt. Zuweilen lagern sich auch unorganische Stoffe in großer Menge in den Zellwänden des Oberhautgewebes ab, z. B. Kieselerde bei Gräsern und Schachtelhalmen. Einmal zerstört, kann es sich in der Regel nicht wieder erneuern und wird durch Kork ersetzt.

Häufig bildet sich unter dem Oberhautgewebe, mehr oder minder tief, theils an Wundstellen, theils spontan zu bestimmten Zeiten, ein eigenthümliches aus ziemlich dünnwandigen und tafelförmigen Zellen gebildetes Gewebe, welches Korkgewebe genannt wird. Sehr selten entsteht Kork durch Theilung der Epidermiszellen selbst, zumeist aus einem mehr oder minder tief situirten theilungsfähigen Zellgewebe, dem Korkcambium oder Phellogen (Fig. 32 β; Fig. 33 d). Es bleibt bei vorschreitender Korkbildung die innere Schichte des Phellogens theilungsfähig, während die nach außen neugebildeten Zellen „Dauerzellen“ werden und das Periderma bilden (Fig. 33 c). In jugendlichen Organen wechselt bisweilen die centrifugale und centripetale Korkbildung (Sanio). Nicht selten werden periodisch dünnwandige und dickwandige Korkzellen abwechselnd gebildet (Fig. 34), in diesem Falle löst sich das Periderma innerhalb der dünnwandigen Schicht in Lamellen ab. Bisweilen erzeugt das Phellogen nach außen Periderma, und zugleich nach innen parenchymatische Zellen, welche Sanio Korkrindenschicht (Phelloderma) nannte (Fagus, Salix). Die Zellen des sehr elastischen Korkgewebes schließen ohne Intercellularräume an einander, verholzen nie, verkorken dagegen sehr bald und zwar allseitig, während sie zugleich durch Bildung humusartiger Stoffe mehr oder minder gebräunt werden, ihren Saftinhalt verlieren, und dann nur mehr Luft führen. Es ist mithin von kurzer Lebensthätigkeit und vermindert an der Oberfläche die Verdunstung und im Innern den Saftaustausch, so daß Alles, was außerhalb des Korkgewebes liegt, abstirbt. Wo sich Korkgewebe bildet, werden stets zunächst die Oberhaut, sodann aber auch andere Gewebsarten, abgestoßen und durch dasselbe ersetzt. Der Kork schützt die Pflanzen vor den zerstörenden Einflüssen der Atmosphäre. Aus Korkgewebe besteht die Schale der Kartoffeln, der rauhe braune Ueberzug der Lederäpfel, die Lenticellen; eine Korkschicht entsteht an der Basis

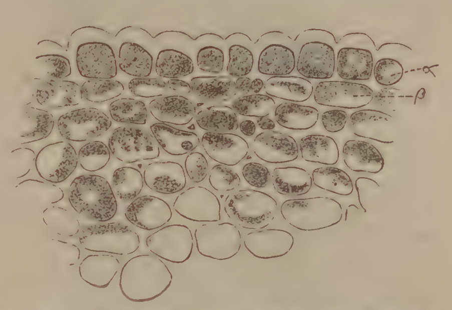


Fig. 32. Rinde des jungen diesjährigen Zweiges von Betula alba. (Querschnitt.) α Epidermis; β Phellogen.

vieler Blätter vor dem Abfall (dicht unter der Trennungsschicht) (Fig. 43), überhaupt Wundstellen nach außen abschließend.

Die Borke der Bäume (Fig. 35; Fig. 36) besteht aus den abgestorbenen und vertrockneten Rindentheilen. Sie wird bei der Kiefer bis gegen 20 cm stark und entsteht dadurch, daß immer tiefer im Innern der nachwachsenden

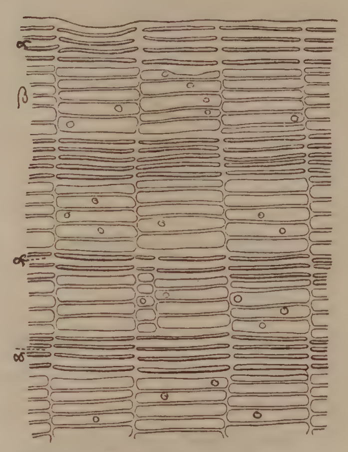


Fig. 34. Kork von Betula alba im Querschnitt. α dickwandige; β dünnwandige Korkzellen.

secundären Rinde sich neue Phellogenschichten bilden, mithin das außerhalb derselben belegene Rindengewebe zum Absterben gebracht und allmählig abgestoßen wird, sei es in rundlichen Schuppen (Platane), in Querringeln (Kirsche)

Fig. 33. Querschnitt durch den einjährigen Zweig v. Rhamnus cathartica (vgr. 335). a Cuticula; b Epidermis; c Korkschicht; d Phellogen; e Collenchym; f u. f' Rindenparenchym; g u. g' Bastbündel, h secundäre Rinde, von dem Holzkörper (i) abgegrenzt durch die Cambialzone; k Markkrone; m Mark.

oder in Längsstreifen (Eiche). Häufig wird erst im späteren Alter (am Fuß der Stämme) Borke gebildet (Birke); manche Bäume erzeugen überhaupt keine Borke, sondern nur Periderma (Korkeiche, Buche ꝛc.). Die Mistel endlich bildet keine Borke, sie entbehrt des Phellogens; ihre Epidermis bleibt fortbildungsfähig (Fig. 37, 38).



Fig. 35. Borke von Abies pectinata (mit Wurzelspuren von Viscum album durchsetzt); b von der Innenseite $\left(\frac{1}{2}\right)$.

Das Grundgewebe.

Als Grundgewebe hat J. Sachs diejenigen Gewebemassen einer Pflanze oder eines Organs zusammengefaßt, welche weder den Oberhautgeweben noch den Fibrovasalsträngen angehören. Der Begriff Grundgewebe deckt sich also nicht mit der früheren Bezeichnung Parenchym, da außer diesem vorherrschenden Bestandtheile auch andere parenchymatische Elemente dem Grundgewebe angehören können und Parenchym auch als Bestandtheil von Fibrovasalsträngen auftritt. Zum Grund=


Fig. 36. Borke am zweijährigen Zweige von Ulmus campestris suberosa $\left(\frac{1}{2}\right)$.

gewebe gehört das unter der Oberhaut belegene Hypoderma.[1]) Dasselbe tritt in 3 Formen auf: a. hornartig (sklerenchymatisch); b. einfach dünnwandig wasserreich; c. collenchymartig.

Das sklerenchymatische Hypoderma dient zur Verstärkung der Oberhaut und erhöht die Festigkeit der Coniferen-Nadeln (Fig. 39) und anderer Organe.

Das collenchymatische Hypoderma (Leimgewebe) (Fig. 40), ein verdicktes häufig unter der Oberhaut der Rinde (Sambucus), auch in den Markstrahlen (Astragalus) vorkommendes Zellgewebe,

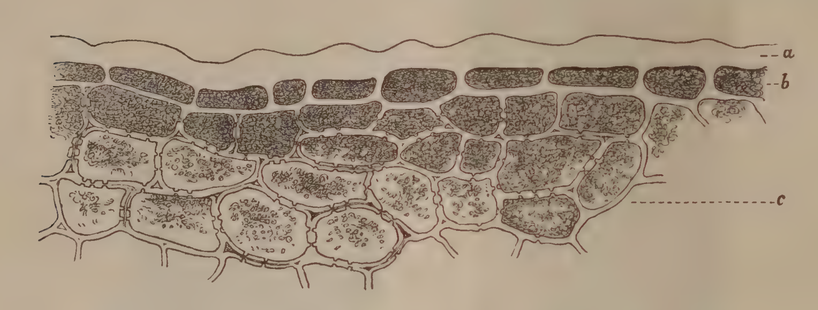


Fig. 37. Epidermis von Viscum album (b); a Cuticula; c Rindenparenchym.

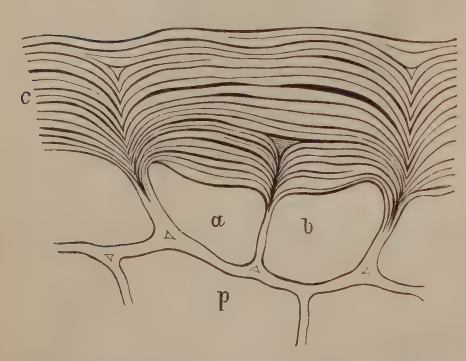


Fig. 38. Querschnitt durch einen 9jährigen Zweig von Viscum album. a, b nachträglich getheilte Epidermiszellen mit verschmolzenen Cuticularschichten (c); p Parenchymzelle.

besteht aus dicht an einander schließenden Zellen mit allseitig oder auch nur theilweise verdickten Wänden und, da die Verdickung in den Ecken der Zellen ungleich stärker ist, als an den Flächen, mit in der Regel rundlichem Lumen. Die Verdickungsmasse ist in Pflanzenschleim umgewandelt und quillt daher in Berührung mit Wasser leicht zu einer gelatinösen Masse auf. Leimgewebe bedeckt z. B., obgleich nur in einer Schichte, die Samenhaut der Quittenkerne (Fig. 12 d, f), des Leinsamens 2c.; eine größere Ausdehnung erreicht es

[1]) Nach Früheren entsteht das Hypoderma in den Nadeln der Coniferen und einiger anderen Blätter durch Theilung der Epidermiszellen; dies ist nur ausnahmsweise richtig.



Fig. 39. Querschnitt durch die Nadel von Pinus uncinata. c Cuticula; e Epidermis; h Hypoderma; p Mesophyllzellen mit eingestülpten Membranen; a, v, s Athemhöhle, Vorhof und Schließzellen einer Spaltöffnung.

in den äußeren Rindenschichten von Nymphaea 2c., und am reichsten entwickelt ist es in den Markstrahlen mehrerer Astragalus-Arten, wo es den Tragant liefert. In dem Endosperma der Papilionaceen begünstigt eine oft mächtige Collenchym-lage die Aufquellung des Samen beim Beginn des Keimprozesses.

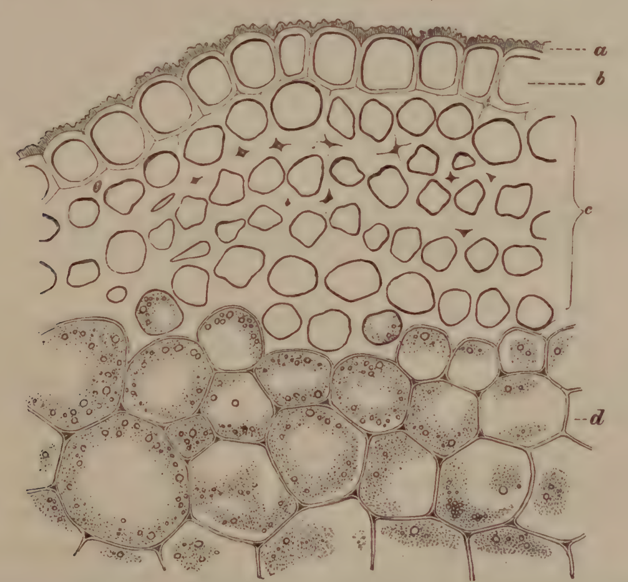


Fig. 40. Querschnitt durch den Blattstiel von Sambucus nigra. a Cuticula; b Epidermis; c Collenchym; d Chlorophyllzellen.

Einen ferneren Bestandtheil des Grundgewebes bilden die oft stärkemehlreichen Gefäßbündel- oder Strangscheiden (Fig. 41 b), eine meist einschichtige Lage von Zellen, welche die einzelnen Fibrovasalstränge oder die Gesammtheit derselben umgiebt.

Dem Grundgewebe gehört ferner an das „Füllgewebe“, welches bei manchen Kryptogamen prosenchymatisch ist, in der Regel jedoch aus Parenchym (Grundparenchym, Sachs) besteht. Es ist dünnwandig, saftreich, durch Intercellularräume getrennt und bald farblos, bald durch Chlorophyll grün gefärbt. In dem Parenchym findet vorzugsweise die Fortbewegung der stickstofffreien Producte der Assimilation statt, sowohl der Kohlenhydrate, wie: Stärkmehl, Dextrin, Zucker,

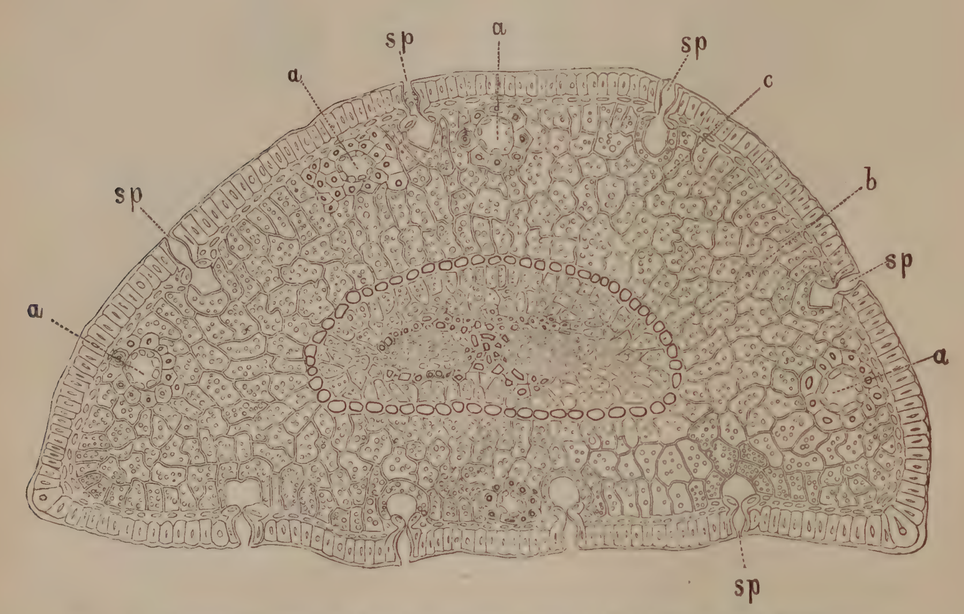


Fig. 41. Querschnitt durch das Blatt von Pinus uncinata Rhamd. mit zwei Gefäßbündeln. a Harzgang; b Gefäßbündelscheide; c grünes Parenchym; sp Spaltöffnung.

Inulin; als auch der fetten und ätherischen Oele, Harze, Pflanzenfarbstoffe, Pflanzensäuren, sowie die eiweißartigen Stoffe ꝛc. werden darin gebildet und theilweise auch darin abgelagert, um, wie besonders häufig das Stärkmehl, zu einer Zeit, in welcher die Pflanze noch nicht, oder nicht genug assimiliren kann, zu Neubildungen verwendet zu werden, weshalb man derartige hier abgelagerte Stoffe mit dem Namen Reserve-Stoffe bezeichnet hat. Sehr häufig kommen in demselben, besonders in Zellen, die sich in unmittelbarer Nähe von Bastzellen befinden, auch Krystalle von oxalsaurem, kohlensaurem, schwefelsaurem, phosphorsaurem und weinsaurem Kalke vor, die entweder spießig sind (Raphiden) (Fig. 42) oder rhomboedrisch, tesseral, Drusen (Fig. 33) ꝛc. Aber nur so lange dieses Gewebe

dünnwandig ist, lagern sich darin Reserve-Stoffe ab; sobald sich die Wand stark verdickt, unterbleibt die Aufspeicherung dieser Stoffe. Seine Verdickungsschichten verkorken nie, verholzen aber zuweilen und bilden das sogenannte verholzte Parenchym, wie es sich im Marke der Buche und Eiche, in der Rinde vieler Bäume (Buche, Hainbuche, Ahorn, Erle 2c.), in den Zapfenschuppen der Kiefern und Lärchen 2c. findet. Zellen-Neubildung findet im Parenchym auch statt, doch können in demselben zunächst nur wieder Parenchymzellen, seltener Bastzellen gebildet werden; so lange es aber Reserve-Stoffe, Krystalle 2c. führt, ist auch dies



Fig. 42. Längsschnitt durch den einjährigen Zweig von Vitis vinifera. a Rindenparenchym mit Krystalldrusen (α) und Raphiden (β); b Cambium; c Holzparenchym; d Treppengefäß; e Holzzellen mit einfachen Tüpfeln.

nicht der Fall, und erst, wenn diese Stoffe schwinden, kann darin von Neuem Zellenbildung beginnen. Der Inhalt zellenbildender Parenchymzellen ist stets reich an stickstoffhaltigen Stoffen, und ihre Verdickungsschichten verholzen nicht.

Außerdem bilden sich im parenchymatischen Grundgewebe manchmal Gruppen besonderer Zellenarten aus. Dahin gehören die polygonalen Steinzellen in dem Fleisch der Birnen (Fig. 20), die sklerenchymatischen Zellen in der Steinschale der Drupaceen, in manchen Baumrinden, im Hypoderma von Hakea (Fig. 15) 2c.

Das Grundgewebe der Blätter, dem die Pallisadenzellen unter der Oberhaut und die parenchymatischen Zellen unter der unteren Epidermis angehören, wird in der Regel als Mesophyll bezeichnet (Fig. 14; 39).

Die Fibrovasalstränge.

Die Gefäßbündel (fasciculi vasorum) oder Fibrovasalstränge sind faserige, aus langgestreckten Zellen und meist auch Gefäßen gebildete Stränge, welche das Parenchym durchsetzen und die Hauptmasse des Holzes bilden; jedoch ausschließlich nur den stammbildenden Pflanzen zukommen und allen übrigen (Flechten, Algen, Pilze) fehlen.

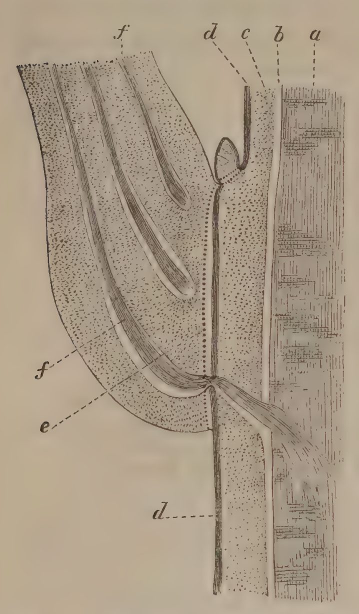


Fig. 43. Längsschnitt durch den Blattstielansatz von Aesculus hippocastanum. a Holzkörper; b Cambium; c Rinde; d Korkschicht; e Trennungsschichte (punktirt); f Gefäßbündel.

Ihren Ursprung nehmen die Gefäßbündel in dem Verdickungs- oder Meristemringe, welcher unweit der Vegetationsspitze zuerst auftritt und den nach innen gelegenen Theil des Grundgewebes (das Mark) von dem nach außen belegen Theile (der Rinde) trennt.

Das Jugendstadium eines Fibrovasalstranges, in welchem unterschiedliche Zellenformen noch nicht ausgebildet sind, wird als „Procambium“ bezeichnet. Aus den noch gleichartigen, fortbildungsfähigen Zellen des Procambiums gehen allmählig die dem Gefäßbündel zugehörigen Dauerzellen hervor. Einen nie fehlenden Theil des fertigen Gefäßbündels bilden den Cambiumzellen, zuweilen besteht der Strang aber auch nur aus solchen (Najas, einige Laub- und Lebermoose). Die Gefäßbündel bilden im Inneren der Pflanze ein zusammenhangendes System. Durch Maceration läßt sich ein verholztes Gefäßbündelsystem aus manchen Pflanzen isolirt darstellen. Bei den Laub- und Lebermoosen beschränken sich die Gefäßbündel auf den Stamm und fehlen den Blättern; bei den höher organisirten Pflanzen treten sie auch in diese über. Die Gefäßbündel der Blätter sind fast stets Abzweigungen der Gefäßbündel des Stammes und nach ihrer Entwickelung keiner weiteren Vergrößerung fähig (Fig. 43 f). Die in die Blätter eintretenden Gefäßbündel des phanerogamischen Stammes verbleiben isolirt; ihre Zahl ist beschränkt, wie auf dem Querschnitt des Blattstiels und nach dem Laubfall noch an der Blattspur zu erkennen. Ihre Anordnung im Blattstiel ist eine halbmond- (Fig. 44) oder hufeisenförmige (Fig. 45), und es liegt in dem einzelnen Bündel der Holztheil nach der Oberseite, der Phloemtheil nach der Unterseite des Blattstiels gewendet. In der Blattspreite


Fig. 44. Gefäßbündelspuren am Stamme von Aralia spinosa.

selbst treten hin und wieder blatteigene Gefäßbündel auf. Die aus dem Stamm in das Blatt eingetretenen Fibrovasalstränge verzweigen sich, verlieren oft die Mehrzahl ihrer Xylemzellen bis auf ein paar Schraubengefäße und werden schließlich, an ihren letzten Ausläufern, auf eine Anzahl langgestreckter zartwandiger Cambiformzellen reducirt.

Bei der Differenzirung des Procambium in die verschiedenen Dauerzellen des Gefäßbündels bleibt entweder ein Theil desselben als Cambium erhalten, oder es gehen schließlich sämmtliche Zellen desselben in Dauerzellen über. Da im letzteren Falle eine weitere Fortbildung des Gefäßbündels ausgeschlossen ist, nennt

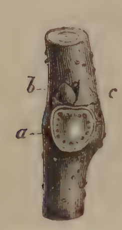


Fig. 45. Zweigstück von Ampelopsis hederacea mit Gefäßbündelspuren (a).

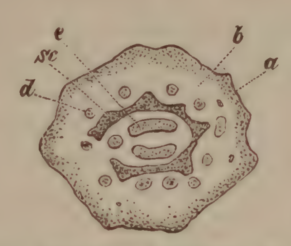


Fig. 46. Geschlossene Gefäßbündel von Pteris aquilina. a sklerenchymatisches Hypoderma; b Grundgewebe; sc braune Sklerenchymzellen; c große innere, d kleine äußere Gefäßbündel.

man dasselbe „geschlossen“ (Fig. 46) im Gegensatz zu den continuirlich fortbildungsfähigen „offenen“ Gefäßbündeln. Im Stengel und in der Wurzel verlängern sie sich durch die Vegetationspunkte, während sie sich dann durch den Verdickungsring oder ihr eigenes Cambium weiter fortbilden, welche Fortbildung jedoch bei den verschiedenen Pflanzengruppen auf verschiedene Weise erfolgt.

Bei den Phanerogamen besteht das fertige Gefäßbündel aus drei Haupttheilen: dem gewöhnlich nach Innen belegenen Xylem oder Holztheile, dem nach Außen belegenen Phloëm oder Rindentheile (Basttheil) und aus dem Cambiumtheile, welcher zwischen den vorbenannten beiden eingeschlossen ist.

Betrachten wir zunächst

Das Cambium.

Mag auch die eine oder andere Zellform manchen Fibrovasalsträngen fehlen (den Wurzeln häufig der Bast, den Coniferen, außerhalb der Marktrone, die Gefäße): das Cambium bildet einen integrirenden Begleiter der Fibrovasalstränge. Aus ihm werden, durch Längstheilung, sämmtliche andere Elemente des Gefäßbündels hervorgebildet, wo nicht cambiale Elemente allein letztere constituiren, wie dies bei den Moosen der Fall ist.

Im Dikotyledonen- und Gymnospermen-Stamme geht die ursprünglich kranzförmige Anordnung der Gefäßbündel durch fortgesetzte Vermehrung derselben schließlich in einen continuirlichen, nur durch schmale Markstrahlzüge unterbrochenen

Ring über, dessen innere Zone der Holzring (Xylemtheil), dessen äußere der Rindenring (Phloëmtheil) bildet. Zwischen beiden liegt alsdann ein geschlossener Cambiummantel, welcher die weitere Verdickung des Stammes übernimmt, indem er — in der gemäßigten Zone periodisch — neue Holz- und Bastelemente erzeugt. Hierin stimmen Dikotyledonen und Gymnospermen, den Monokotyledonen und Gefäßkryptogamen gegenüber, unter einander überein.

Der specielle Vorgang bei der Entstehung des Cambiummantels ist folgender. In derjenigen Region des Verdickungsringes, welche der Cambialzone in den kreisförmig stehenden Fibrovasalsträngen entspricht, — gewissermaßen in der Fortsetzung des Cambiums des einen Fibrovasalstranges zu dem Cambium der rechts und links benachbarten Stränge — beginnt allmählig eine Zelltheilung durch tangentiale Zellwände. Das so entstandene Folgemeristem des Zwischengewebes bildet mit dem eigentlichen Cambium der Fibrovasalstränge eine continuirliche Zone, an deren innere Seite sich nunmehr das neue Xylem (der „Jahresring"), an deren äußere Seite sich das neue Phloëm localisirt. Die Baumrinde erfährt mithin ebensowohl den jährlichen Zuwachs einer Ringbreite, wie der Holzkörper, nur daß die Rindenringe schmäler, als die Holzringe, zu sein pflegen und, im Laufe der Entwickelung nach Außen gedrängt, früher oder später abgestoßen zu werden pflegen.

Die Cambiumzellen (Fig. 9; Fig. 42) sind im Allgemeinen, mit Ausnahme der Mutterzellen der Markstrahlen, langspindlig, vierkantig, oft mit ihren Enden prosenchymatisch in einander greifend. Sie sind nicht durch Intercellularräume getrennt; den Punkt, wo drei oder vier Cambiumzellen zusammenstoßen, nennt man den Zwickel. Ihre radialen Wände sind oft sehr dick, besonders in alten Stämmen (Fig. 57 c). Der Inhalt der Cambiumzellen ist reich an protoplasmatischer Substanz, reagirt alkalisch und entbehrt des Stärkemehls sowie anderer geformten Kohlenhydrate.

Nach den Untersuchungen Sanio's[1]) ist es bei der Kiefer nur je eine Cambium-Mutterzellreihe, welche durch ihre fortdauernden Theilungen abwechselnd Dauerzellen für das Holz und für den Bast bildet, während im ersteren Falle die äußere, im letzteren Falle die innere der beiden Tochterzellen merismatisch verbleibt. Sehr häufig theilt sich die gebildete Tochterzelle nochmals, so daß periodisch zwei Zwillings-Tochterzellen zum Holz resp. Bast übertreten. Ausnahmsweise kann sich die Bastzelle wohl auch zwei und mehre Male theilen, und dann unabhängig vom Cambium fortleben; ebenso kann jedoch auch die weitere Theilung der jungen Tochterzelle unter Umständen gänzlich unterbleiben, vielleicht bei sehr schwacher Entwickelung der Jahresringe, so daß nur je eine Tochterzelle zum Holz resp. Bast übertritt.

Daß mit der zunehmenden Dicke des Stammes auch die Breite der Cambiumzellen oft sehr beträchtlich zu wachsen pflegt, und der Erfolg dieses Vorganges, wurde bereits oben (S. 56) erwähnt. Die Länge der Cambiumzellen, sowie der aus ihnen gebildeten Gefäße, Libriform- und Holzzellen nimmt gleichfalls in den auf

[1]) Jahrb. f. wissensch. Botanik. **9** (1873), 120.

einander folgenden Jahresringen häufig zu, bis sie constant bleiben. Ist diese successive Verlängerung der Cambiumzellen bedeutend, die Umwandlung der Cambium-Tochterzelle in eine Holz-, Libriformzelle oder Gefäßzelle dagegen mit einer nur unbedeutenden nachträglichen Verlängerung verbunden, wie das bei den Coniferen und manchen Laubhölzern der Fall, so ordnen sich die Zellen der Holzkörper in regelmäßige, nur durch die Gefäße oder Harzgänge hier und da unterbrochene radiale Reihen (Fig. 27). Ist dagegen die successive Verlängerung der Cambiumzellen in den Jahresringen nur unbedeutend und die Ausbildung derselben zu Holzfasern von einer stärkeren Streckung begleitet, so erscheinen die Holzfasern unregelmäßig angeordnet (Rhamnus cathartica) (Fig. 33).

Die langgestreckten, nicht mehr fortbildungsfähigen, aber Saft führenden und von verholzten Zellen umgebenen Cambiumzellen der Gefäßbündel der Kryptogamen und besonders der Monokotyledonen werden eigene Gefäße (Vasa propria Moldenhauer) genannt und sind den Gitterzellen oder Siebröhren analoge Organe.

Das Xylem.

In dem Holztheile des Gefäßbündels werden (nach Sanio) dreierlei Elemente unterschieden: 1. Tracheale Zellen: Holzgefäße und Holzzellen; 2. bastfaserähnliche Zellen (Libriform), welche theils als einfache bastartige Holzzellen, theils als eigenthümlich gefächerte Libriformfasern auftreten; 3. parenchymatische Holzzellen: Holzparenchym und — bei Dikotyledonen und Coniferen — Markstrahlen.

Holzgefäße. — Die Gefäße (vasa) sind langgestreckte, cylindrische oder prismatische, meist an beiden Enden offene Röhren ohne Querscheidewände im Innern. Sie finden sich nur bei den höheren Gewächsen, von den Formen aufwärts, die man deshalb Gefäßpflanzen (Plantae vasculares) nennt (die Moose enthalten Andeutungen), und entstehen dadurch, daß reihenförmig verbundene Zellen (Gefäßzellen) durch Resorption ihrer Querwände in freie Communication mit einander treten und bei meist vollkommen gleichem Durchmesser zu gleichmäßigen, langgestreckten Röhren werden, und durch ihre bedeutende Weite in dem umgebenden Zellgewebe sich hervorzuheben pflegen. Je früher die Vereinigung der Zellen stattfindet, desto mehr nähern sich die Zwischenwände der wagerechten Richtung, desto vollkommener verschwinden sie, und desto gleichmäßiger wird das Gefäß, besonders weil es sich noch nach der Vereinigung in seiner ganzen Länge gleichförmig ausdehnt. Je später dagegen das Gefäß entsteht, desto schräger sind die Zwischenwände, und desto weniger vollkommen ist die Resorption: es bleibt dann entweder ein Rand von der Zwischenwand zurück, oder sie wird nur von kleinen Löchern leiterförmig durchbohrt, oder sie zeigt endlich, wenn sie sehr schräg prosenchymartig gestellt ist, nur leiterförmige Durchbrechungen, wobei zugleich deutliche Einschnürungen auf die Entstehungsweise des Gefäßes hindeuten. Diese letztere prosenchymatische Form von Gefäßen nennt man wohl auch rosenkranzförmige Gefäße oder kurzgegliederte Röhren (Vasa moniliformia).

Da nün die zu Gefäßen vereinigten Zellen hinsichtlich der Ablagerungen an ihren Innenwandungen dieselben Verschiedenheiten darbieten können, wie alle anderen Zellen, so entstehen dadurch eben so viele Arten von Gefäßen, und man unterscheidet daher: Schraubengefäße, Ringgefäße, Netzgefäße, Porengefäße, punktirte oder (einfach) getüpfelte, gehöft getüpfelte Gefäße.

Schraubengefäße. — Die Schrauben- oder, wie man sie etwas uneigentlich bezeichnet, Spiralgefäße (Vasa spiralia) (Fig. 29) bestehen aus einer völlig homogenen, soliden, abgeplatteten, an den Kanten etwas abgerundeten, durchsichtigen und farblosen Faser, welche sich schraubenförmig um einen hohlen Raum innerhalb der geschlossenen Membran windet, und so in ihrem Verlaufe eine hohle Röhre bildet; zuweilen laufen jedoch mehrere solcher Fasern neben einander und bilden gemeinschaftlich die Windungen. Die Windungen sind einander bald mehr, bald weniger genähert, und je weiter sie von einander entfernt sind, desto deutlicher sichtbar ist die umschließende Membran. Die Spiralgefäße bilden sich an ihrer Spitze fort, so daß die höher gelegenen Theile derselben noch in der Bildung begriffen, während die tiefer gelegenen schon vollkommen ausgebildet sind; sie sind gewöhnlich sehr lang, verzweigen sich nicht, liegen aber häufig in Bündeln beisammen, aus welchen dann zuweilen einzelne Gefäße in verschiedenen Richtungen abgehen. Ihr Durchmesser variirt zwischen 3,3 μ und 0,33 μ. Schraubengefäße kommen in allen Organen der Gefäßpflanzen mehr oder weniger häufig vor, namentlich in den noch weichen Spitzen der Schößlinge, in der Markkrone, den Blattnerven und Blüthenorganen.

Ringgefäße. — Die Ringgefäße oder gestreiften Gefäße (Vasa annularia) (Fig. 30) sind cylindrische, nicht verzweigte Röhren, die mit regelmäßigen, parallelen, meist annähernd gleichweit von einander abstehenden, in verschiedenen Gefäßen jedoch ungleich von einander entfernten Ringleisten besetzt sind. Bei den eigentlichen Ringgefäßen sind die Zwischenräume zwischen den Streifen oft dem Durchmesser der Gefäße gleich, oder noch größer, und die Ringe der Faser meist frei in der Röhre. Die Ringe erhalten in diesem Falle zuweilen durch eine außerordentliche Verdickung die Form einer Scheibe, welche in der Mitte nur durch eine kleine Oeffnung unterbrochen ist (Mammillarien, Melocacten). Sind aber die Ringe einander mehr genähert, so nennt man die Gefäße gestreift.

Netzgefäße. — Bei den Netzgefäßen (Vasa reticulata) erscheint die Oberfläche mit länglichen Querflecken besetzt, wodurch sie das Ansehen eines Netzes erhält; man sieht sie besonders schön im Stengel krautartiger Gewächse.

Porengefäße. — Die Porengefäße (Vasa porosa) sind mit bald in horizontalen, bald in schrägen deutlich schraubigen Linien stehenden Poren besetzt, die als dunkle Punkte erscheinen (Fig. 18). Finden sich statt der einfachen Poren Tüpfel, so werden die Gefäße punktirte oder getüpfelte Gefäße genannt. Punktirte und gestreifte Gefäße finden sich vorzüglich im Holze der Bäume; getüpfelte Gefäße mit deutlich entwickeltem Schraubenbande als innerster Ablagerung finden sich im Holze der Eibe (Fig. 23). Unter Umständen kommt es in Gefäßen mit dicht gedrängten Hoftüpfeln vor, daß die ursprünglich dünne Verdickungsleiste in ihren später

gebildeten, weiter nach dem Zellinnern zu belegenen Schichten sich verbreitet und einen schmalen Spalt bildet. Dieser Spalt reicht oftmals weit über den ursprünglichen äußeren Tüpfelraum hinaus und erscheint gekreuzt, wenn die Wachsthumsrichtung in einem späteren Verdickungsstadium sich verändert, oder wenn der correspondirende Spalt der Nachbarzelle eine abweichende Richtung einhält. Nicht wesentlich von den Tüpfelgefäßen verschieden sind die sogenannten Treppengefäße oder Treppengänge, bei welchen der Porenkanal und Tüpfelraum in wagrechter Richtung langgestreckt sind, und die ganze Breite der Gefäßwand, durch welche das Gefäß mit einer Nachbarzelle in Berührung steht, einnehmen, sich aber nicht über die Kanten fortsetzen, in welchen die Seitenflächen des Gefäßes zusammenstoßen; sie haben daher das Ansehen von enggestreiften Gefäßen, deren wagrechte oder schief aufsteigende Ringe durch längs der ganzen Röhre in einer verticalen oder schräg aufsteigenden Linie verlaufende Partien der Verdickungsmasse verbunden sind. Treppengänge finden sich im Holze verschiedener Pflanzen (Weinstock) (Fig. 42 d), sind aber vorzüglich bestimmten Pflanzengruppen eigen, wo sie die eigentlichen getüpfelten Gefäße zu ersetzen scheinen, z. B. Filices, Lycopodiaceae.

Spiral- und Ringgefäße können sich strecken, indem sich die Stellen der Wand zwischen den Windungen des Spiralbandes oder den Ringen dehnen; sie entstehen nur, so lange der Pflanzentheil, in welchem sie auftreten, in üppigem Längenwachsthum begriffen ist; die Zellen, aus welchen sie hervorgehen, sind meist sehr lang. Netzgefäße und Tüpfelgefäße können sich nicht strecken, sie kommen erst zur Entwickelung, wenn die Verlängerung des Pflanzentheiles sich mindert oder bereits aufgehört hat; die Zellen dieser Gefäße sind immer bedeutend kürzer, als die der Spiral- und Ringgefäße.

Diese und noch andere Gefäßformen treten aber nicht immer ganz rein auf; häufig ist ein Theil des Gefäßes gestreift oder netzförmig, während der andere porös oder mit gleichmäßiger Ablagerung überkleidet ist, was schon daraus erklärlich ist, daß alle Formen denselben Ursprung haben; aber nie wandelt sich eine Form in eine andere um, da mit seltenen Ausnahmen sich jede neue Ablagerungsschicht auf die vorhergehende ablagert. Uebrigens ist auch auf die Art und Weise der Verdickung der Gefäße ihre Umgebung von wesentlichem Einfluß, so daß selbst nicht selten die eine Seite des Gefäßes, nach Maßgabe der umgebenden Zellen, anders gebildet ist, als die entgegengesetzte.

Aus der Entwickelungsgeschichte der Gefäße geht deutlich hervor, daß dieselben nicht wesentlich von den Zellen verschieden sind; in ihnen hört aber die Thätigkeit früher auf, weshalb sie in physiologischer Beziehung den Zellen nachstehen. Das vollständig ausgebildete Gefäß führt nur Luft, nie mehr Bildungssaft, noch können sich — abgesehen von den Thyllen — neue Zellen in demselben bilden; nur zuweilen, namentlich bei dem Aufsteigen des Wassers im Frühjahre, wird aus den überfüllten Parenchymzellen auch in die Gefäße Flüssigkeit gepreßt, aus denen letztere jedoch bald, ohne eine Lebensthätigkeit zu veranlassen, wieder aufgesogen wird.

Holzzellen. — Die Holzzellen (Tracheiden) sind langgestreckte, durch Längstheilung von Cambiumzellen entstandene, an beiden Enden durch nachträgliches Spitzenwachsthum zugespitzte Prosenchymzellen, die sich mit ihren Enden zwischen ihre Nachbarzellen einschieben, was für das Holzgewebe besonders charakteristisch ist. Sie haben meist einen größeren Querdurchmesser, als die Bastzellen, und bald stark (harte Hölzer), bald weniger stark verdickte Wände (Holz der Linde ꝛc.), die mit Ausnahme einiger krautartigen Pflanzen fast immer verholzen. An der fertigen Holzzelle der Kiefer lassen sich drei Membranen unterscheiden: die primäre Membran, die äußere und die innere Partie der secundären Membran, welche ziemlich scharf abgesetzt sind, obgleich die letztere nur eine dünne Bekleidung darstellt (Fig. 27). Die äußere Zellmembran färbt sich durch Chlorzinkjod hellblau, die innerste (jüngste) Partie dunkelviolett. Bei den Monokotyledonen sind sie in der Regel weniger zugespitzt, als bei den Dikotyledonen, und schwer von den Bastzellen zu unterscheiden; bei den Dikotyledonen aber sind sie meist getüpfelt (Fig. 50) oder mit einfachen Poren besetzt (Fig. 42 e); zuweilen zeigen getüpfelte Holzzellen als innerste Auskleidung noch eine spirale Verdickung (Fig. 23 S. 58). Die getüpfelten Holzzellen verlieren den Saft frühzeitig und enthalten dann nur Luft; die mit einfachen Poren besetzten dagegen zeigen nie eine spirale Verdickung, und enthalten im Winter oft Stärkmehl. Bei der Eiche kommen zweierlei stärkmehlfreie Holzzellen vor: diejenigen, aus welchen die hornartige, dunkeler gefärbte Masse des Holzes besteht, haben sehr dicke Wände und wenige, kleine, einfache Poren (nach Sanio sind es auch Tüpfel), jene aber, welche mit den Gefäßen und eingemengten Parenchymzellen den helleren Theil des Holzes bilden, haben verhältnißmäßig dünne Wände und zahlreiche Tüpfel. Zellenbildung findet nur ausnahmsweise in den Holzzellen statt, und zwar entweder so lange sie noch ganz jung und dünnwandig sind (Holzparenchym), oder auch in mehr oder weniger dickwandigen nach erfolgter Ausbildung der secundären Verdickungsschichten durch Entstehung seiner Querwände; diese letzte Form, welche im Uebrigen den stärkeführenden Holzzellen gleicht und auch Stärkmehl führt, hat Sanio g e f ä c h e r t e Holzzellen genannt (Vitis, Rubus ꝛc.). Auf das Innigste unter sich verbunden stellen die Holzzellen das Holzgewebe dar, welches, je nachdem dieselben mit schräg abgeflachten Enden auf einander stehen oder mit ihren gleichmäßig zugespitzten Enden neben einander liegen, d. h. zwischen gleiche und benachbarte Zellen eingeschoben sind, Prosenchym (Prosenchyma) oder Pleurenchym (Pleurenchyma) genannt wird; indessen sind diese beiden Formen des Holzgewebes nicht wesentlich von einander verschieden. Für sich allein zu Bündeln vereinigt bilden die Holzzellen das Holz der Coniferen und Cycadeen und zeigen hier an den gegen die Markstrahlen (radialen), nicht aber an den gegen die Rinde und das Mark gewendeten (tangentialen) Seiten meist regelmäßig in einfacher oder doppelter, selten dreifacher Reihe gestellte Tüpfel; nur die in der Richtung des Radius breit gedrückten Zellen des äußersten Theiles der Jahresringe sowohl der Wurzel, als, mit Ausnahme der Kiefer, auch des Stammes unserer gewöhnlichen Nadelhölzer: Weißtanne, Fichte, Lärche, Eibe, Wachholder haben auch auf den tangentialen

Membranen Tüpfel. Gewöhnlich aber sind die Holzzellen mit Gefäßen zu Bündeln vereinigt.

Libriform. — Die bastähnlichen Zellen des Xylems sind meist beträchtlich länger, als die Holzzellen, übrigens spindelförmig, faserförmig oder auch prosenchymatisch gestaltet, bisweilen verzweigt, durch kleine einfache Tüpfel oder Hoftüpfel stark verdickt. An den Scheidewänden findet sich oft eine nicht verholzte Verdickungsmasse neben der Mittellamelle, die durch Chlorzinkjod rothviolett gefärbt wird, ähnlich wie bei manchen Bastfasern. Im Winter führen sie Stärke. In der Regel einfach, können die Libriformzellen auch durch Entstehung feiner Querwände gefächert erscheinen (Vitis, Rubus ꝛc.).

Holzparenchym. — Das Holzparenchym ist ein Bestandtheil des Holzes der meisten Laubbäume. Es bildet sich durch Quertheilung einer ganz jungen, meist schon an beiden Enden zugespitzten aber noch unverdickten Holzzelle. Nach seiner Bildung verschwinden die Mutterzellen entweder, oder bleiben auch erhalten. Es besteht aus etwas langgezogenen, mit wagrechten Querwänden auf einander stehenden, schwach verdickten Zellen (Fig. 26), deren Wände nie Hoftüpfel, wohl aber einfache Tüpfel besitzen. Wie die Markstrahlen, ist auch das Holzparenchym, namentlich im Winter, häufig mit Kohlenhydraten, insbesondere Stärkmehl (Eiche, Buche, Ulme ꝛc.), Krystallen von oxalsaurem Kalke, seltener Chlorophyll (soweit Licht eindringt) und Gerbstoff erfüllt, bewahrt viele Jahre seinen Saftgehalt und ist, wenigstens bei manchen Pflanzen, zur Bildung neuer Zellen fähig. Die Tochterzellen des Holzparenchyms, wie die der Markstrahlen, wachsen dann bisweilen durch die Tüpfel der Gefäßwände blasenartig in das Lumen der Gefäße hinein und füllen die letzteren, indem sie sich daselbst durch Theilung weiter vermehren, nicht selten mit einem dichten zartwandigen Gewebe aus (Weiden, Wein, manche Leguminosen [Fig. 47], Eiche); derartige Zellgewebs-Bildungen innerhalb der Gefäße werden Thyllen genannt.[1]) Bei der Eiche und Ulme erscheint das Holzparenchym in Bändern, bei der Weißerle in Bündeln, bei der Buche, Birne und Pflaume in einzelnen Zellen, und bei der Schwarzerle, Esche, Birke, Weide, Pappel und dem Ahorn tritt es überhaupt nur sparsam auf. Bei den Nadelhölzern wird es durch einzelne mit Harz erfüllte Zellen vertreten, die aber vorzüglich nur denjenigen Nadelhölzern eigen zu sein scheinen, welchen die Harzgänge fehlen, wie bei den Taxineen und Cupressineen, desgleichen der Ceder; bei der Weißtanne sind sie sparsam.

Markstrahlen. — Die Markstrahlen oder Spiegelfasern (Radii medullares) sind ein parenchymatisches Gewebe, welches den Holz- und Rindenkörper di- und polykotyledonischer Gewächse in der Richtung von der Peripherie zum Mark bandartig durchsetzt. Die Zellen dieses Gewebes sind in der radialen Richtung etwas langgestreckt und, soweit sie im Phloëm verlaufen, schwach, auch im Holztheile nur ausnahms- und gruppenweise stark verdickt. Ihre secundäre Membran führt

---

[1]) H. v. Mohl, Vermischte Schriften. Tübingen, 1845. S. 144. — J. Böhm, Sitzungsber. der K. K. Akademie der Wissensch. **55**, II. (1867). — M. Reeß, Botan. Zeitung. 1868. S. 6. — Stoll, ebenda, 1874. S. 765. — Straßburger, Zellenbildung. 1876. S. 128.

einfache oder gehöfte Tüpfel, erstere in der Regel nur in den mittleren (inneren), letztere in den äußeren (oberen und unteren) Zellreihen des Markstrahls. Der einzelne Markstrahl bildet ein verticales Band von der Breite entweder einer einzigen Zellreihe — und erscheint alsdann dem unbewaffneten Auge auf dem Querschnitt als sehr feine Linie, oder es bilden mehrere neben einander gelagerte

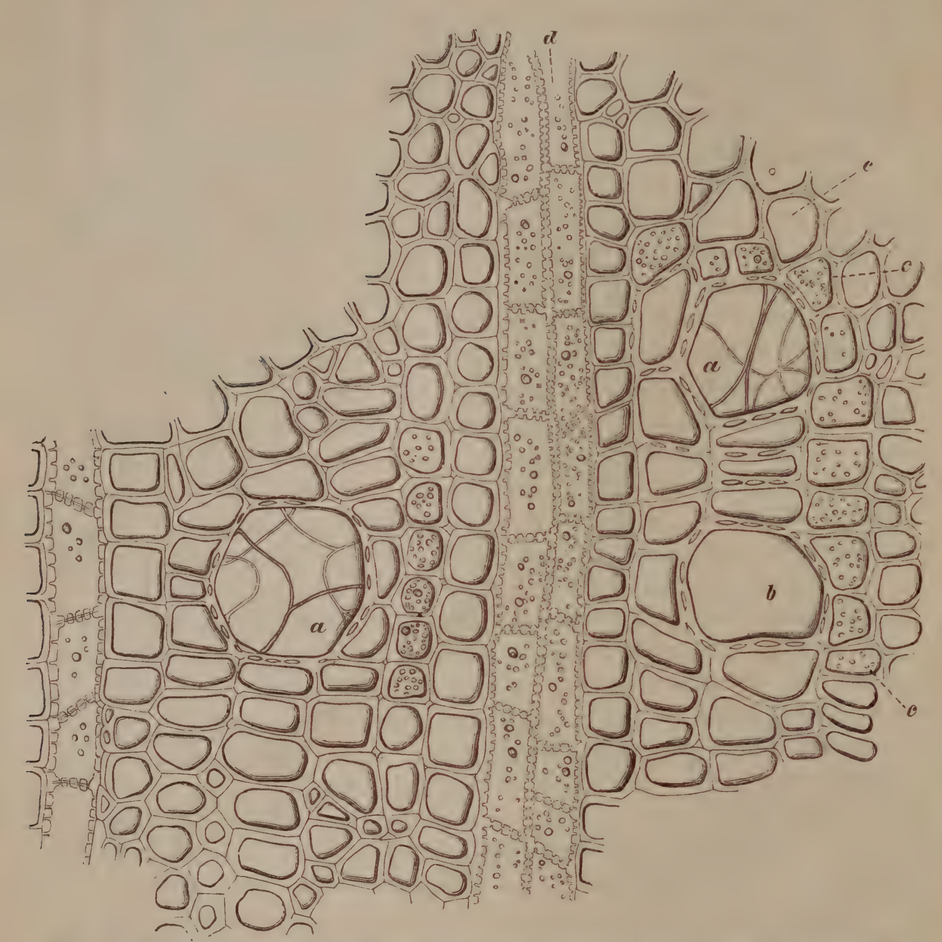


Fig. 47. Querschnitt durch einen einjährigen Zweig von Robinia pseudacacia. a Holzgefäß mit Thyllen; b Gefäß ohne Thyllen; c Holzparenchym; d Markstrahl; e Holzzellen.

derartige Zellenzüge einen „starken Markstrahl", welcher im Querschnitt bis kartenblattdick erscheint.[1]) Die Zahl der über einander stehenden Zellreihen eines Markstrahls schwankt zwischen 2 und 16, auch mehr; hierauf beruht die Bezeichnung

[1]) Dem näheren Studium sind zu empfehlen: Nördlingers schöne Querschnitte von Hölzern, von denen bis jetzt etwa 800 erschienen. Stuttgart 1852. — 1878.

„hoher" und „niedriger" Markstrahl. Im Tangentialschnitt, der die Zahl der Verticalzellreihen eines Markstrahls besonders deutlich zeigt, erscheint der letztere zugleich in der Regel spindelförmig, da die mittleren Partien häufig aus einer etwas größeren Zahl horizontaler Zellreihen oder aus größeren Zellen bestehen, als die äußeren (oberen und unteren) Partien (Fig. 18; Fig. 48).

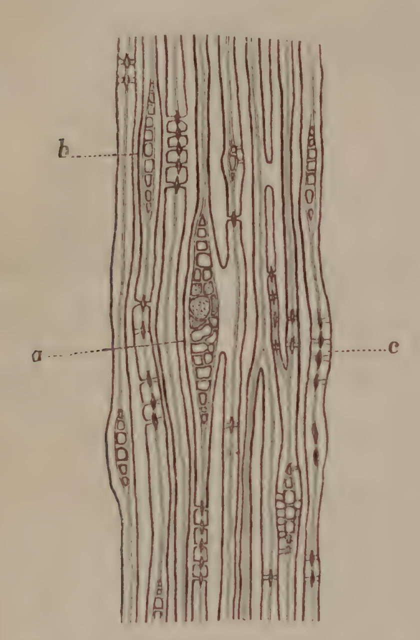


Fig. 48. Tangentialschnitt durch das Holz von Pinus sylvestris. a. Harzgang in einem breiten Markstrahl; b einfacher Markstrahl; c Hoftüpfel. (Vgr. 75.)

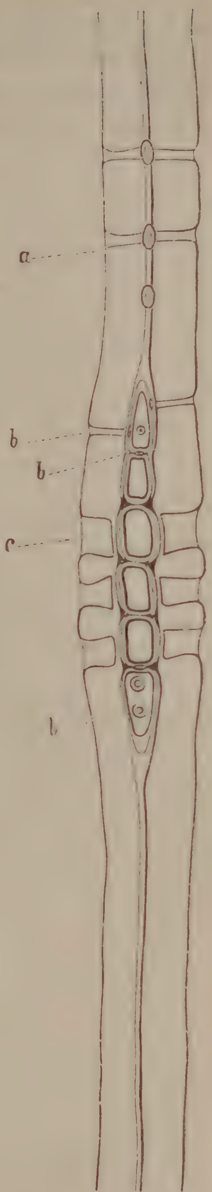


Fig. 49. Tangentialschnitt durch einen Markstrahl von Pinus sylvestris (Herbstholz). a. Hoftüpfel der Tracheide; b. Hoftüpfel der äußeren Markstrahlzellreihen; c. große einf. Tüpfel der inneren Markstrahlzellreihen. (Vgr. 335.)

Von der Länge und Breite der Markstrahlen hängt aber wesentlich der Verlauf der Holzzellen und Gefäße ab, so daß bei langen oder sehr schmalen Markstrahlen (Nadelhölzer) der Verlauf jener fast gerade und parallel ist, und sich das Holz daher leicht und glatt spaltet, bei kurzen und breiten oder bauchigen Markstrahlen aber die Holzzellen einen gekrümmten um die Markstrahlen geschlungenen Verlauf haben, weshalb sich dann das Holz in der Regel nicht glatt spaltet. Auch in der Verdickungsform der Zellmembranen weichen die äußeren (oberen und unteren) von den mittleren Zellreihen nicht selten ab, sofern die ersteren durch gehöfte, die inneren durch einfache Tüpfel unter sich und

mit den angrenzenden Holzzellen in Verbindung stehen. Die Markstrahltüpfel sind in der Regel kleiner, als die Tracheidentüpfel (Fig. 49). Vornehmlich charakteristisch tritt diese Unterscheidung bei Pinus-Arten hervor (Fig. 50), wo die äußeren Markstrahlzellen nach oben und unten durch eigenthümlich zackig verdickte Wände mit kleinen Hoftüpfeln unter einander und mit den anliegenden Holzzellen ver-

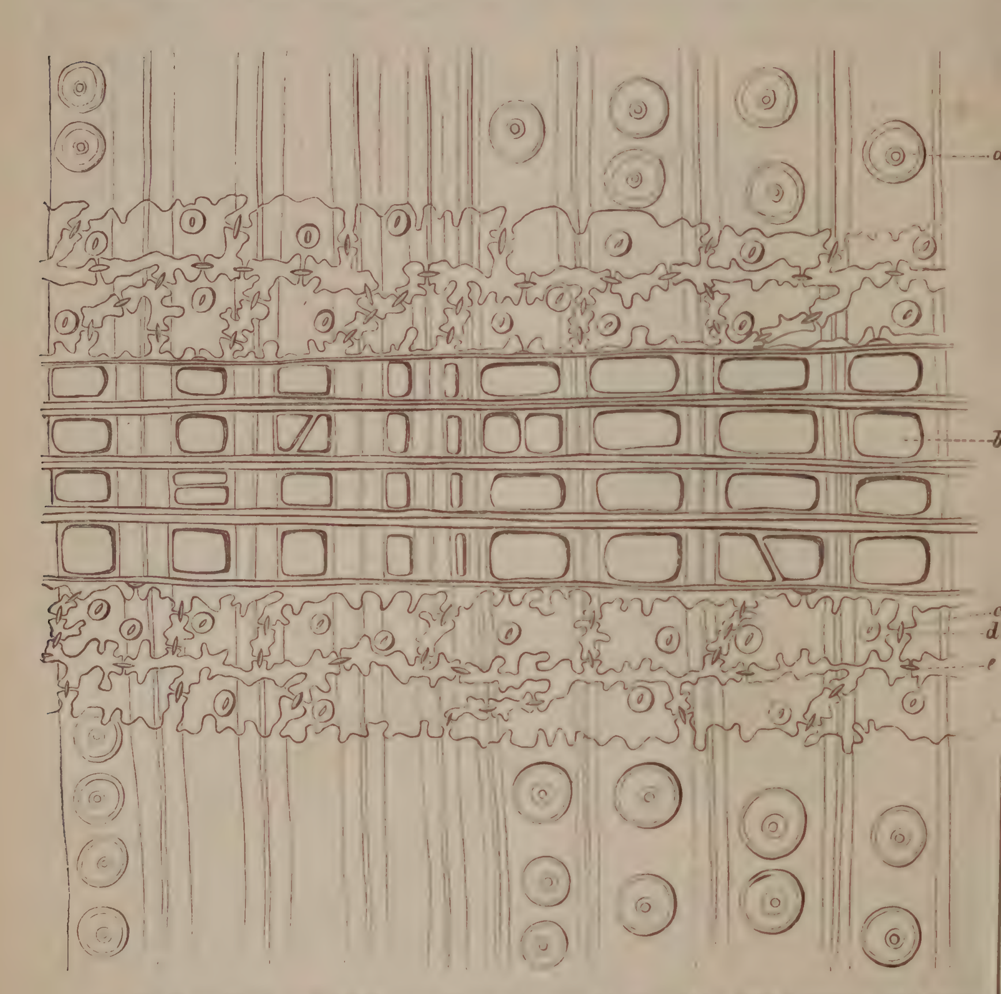


Fig. 50. Radialschnitt durch das Holz von Pinus sylvestris L. (Vgr. 335.) Links Herbstholz, rechts Frühjahrsholz. a. gehöfte Tüpfel der Tracheiden; b. große einfache Tüpfel der Centralreihen des Markstrahls. c. d. e. Hoftüpfel der äußeren, gezackten Markstrahlreiben, welche die letztere verbinden mit der angrenzenden Tracheide (c), den nebeneinander (d) und übereinander (e) liegenden Zellen des Markstrahls.

bunden sind, die inneren Reihen dagegen mit den anliegenden Tracheiden durch große einfache Tüpfel — in der Regel je einen — in dem Zwischenraum einer Tracheide, verbunden sind. Bei der Fichte (Fig. 51) führen die inneren Zellreihen des Markstrahls einfache, die äußeren gehöfte kleine Tüpfel. Sehr ähnlich ist der

Bau der Markstrahlen beim Lärchenholze (Fig. 52). Einen gewissen Anhalt zur Unterscheidung beider bieten die zackigen Spitzen einzelner Hoftüpfel bei der Fichte (Fig. 51 α), welche der Lärche fehlen, worauf zuerst J. Schröder aufmerksam gemacht hat.[1] Die Tannenholz-Markstrahlen führen in den äußeren und inneren Reihen homogen einfache Tüpfel.

Zur speciellen Unterscheidung der wichtigeren Laubholzarten nach Maßgabe der Markstrahlbreite, unter Mitberücksichtigung der Größe und Vertheilung der Gefäße, reicht in vielen Fällen schon die lupische Betrachtung eines glatten Querschnittes aus. Für die Bestimmung des außerhalb der Markkrone gefäßlosen Nadelholzes ist die Bildungsweise der Markstrahlen auf dem radialen Längsschnitt allerdings nur mittelst des Mikroskopes, mit Vortheil und wenig zeitraubend zu benutzen.

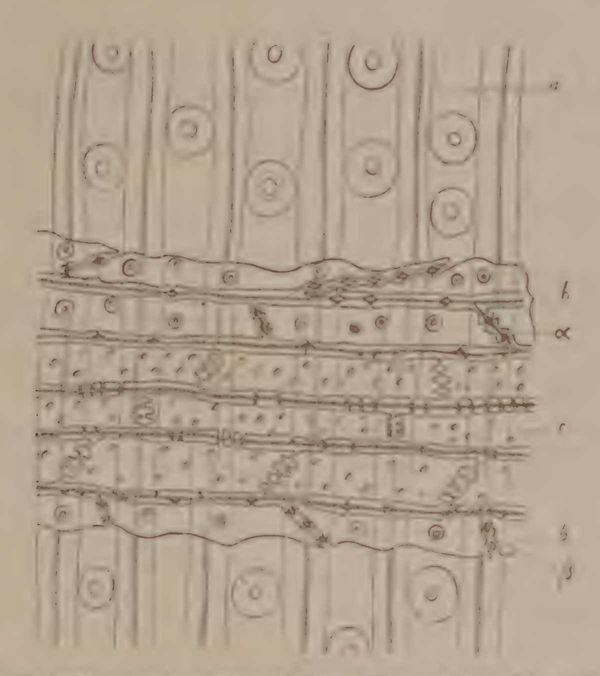


Fig. 51. Radialschnitt durch das Stammholz von Picea vulgaris Lk. a Tracheïden b äußere Markstrahlzellen mit gehöften, c inneren mit einfachen Tüpfeln (Vgr. 335).

Die Coniferen und Cycadeen, die Birken, Schwarzerlen, Weiden, Pappeln, Linden, Aborne, Ulmen, Eichen, Pflaumen 2c. besitzen lediglich gleichbreite Markstrahlen, welche entweder nur aus einer Zellenreihe, deren aber drei bis zwölf und mehrere über einander liegen, bestehen (Coniferen, Cycadeen, Birken, Pappeln, Weiden, Linden), oder aus zwei oder mehreren neben einander liegenden Zellenreihen (Aborn, Ulmen, Eichen, Pflaumen 2c.). Bei den Coniferen stehen zugleich die schmalen Markstrahlen sehr gedrängt, weshalb deren Holz nicht nur leicht und

[1] Das Holz der Coniferen. Sep.-Abdr. aus dem Tharander forstl. Jahrbuch 22 (1872), 1.

glatt spaltet, sondern auch einen eigenthümlichen Seidenglanz zeigt. Kiefern, Fichten und Lärchen haben außerdem noch mehrreihige, auf dem Tangentialschnitte spindelförmige Markstrahlen, deren oberes und unteres Ende von einer Zelle gebildet wird, in deren mehrzelliger Mitte aber ein wagrechter Harzgang verläuft (Fig. 62). Die Hainbuche, Weißerle, Hasel ꝛc. zeigen außer den gewöhnlichen schmalen, einreihigen Markstrahlen wenigstens scheinbar auch noch breite, d. h. bestimmte strahlenartig angeordnete Partien im Holzring, wo die Gefäße fehlen; und die Eichen und Buchen ꝛc. besitzen wirklich schmale und breite Markstrahlen.

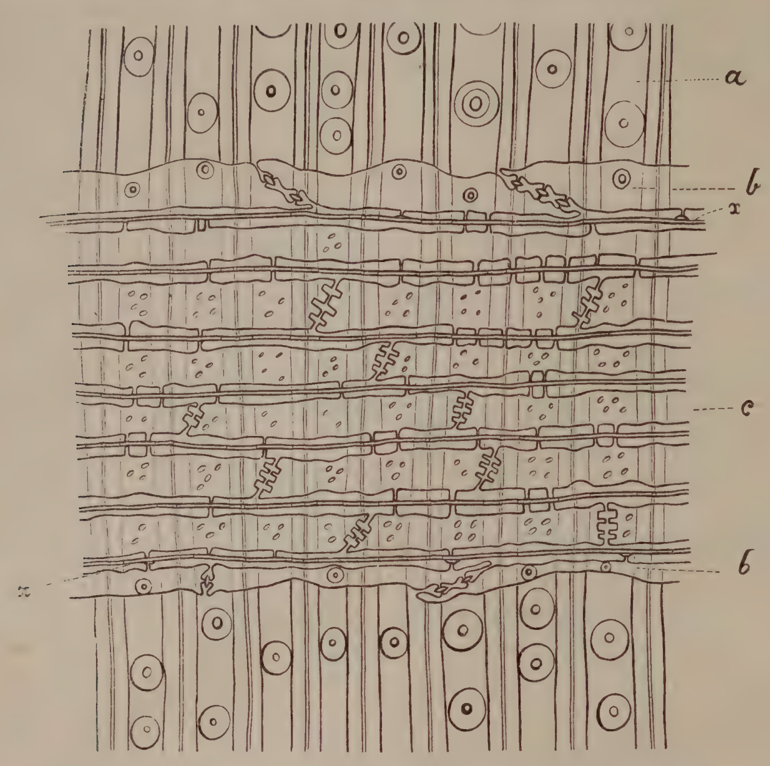


Fig. 52. Radialschnitt durch das Stammholz von Larix europaea Dec. (Bezeichnungen wie Fig. 51; x Mittellamelle.)

Bezüglich der Entstehung der Markstrahlen ist zu erinnern, daß sie ein Product des Cambiums sind. Sie bilden ursprünglich einen Theil des parenchymatischen Zwischengewebes, welches in dem Verdickungsringe, die noch isolirten Gefäßbündel trennend, Mark und Rinde verbindet, und sich sowohl in die Rinde (Phloëmstrahlen) als in das Holz (Xylemstrahlen) fortsetzt. Dies sind die „primären", im eigentlichen Sinne so zu nennenden „Markstrahlen", da sie von der Markkrone aus durch alle Jahresringe bis zur secundären Rinde zu verfolgen sind. Mit der späteren Umfangszunahme des Cambiumringes werden aber von Jahr zu Jahr neue (secundäre) Markstrahlen, durch Quertheilung von

Cambiumzellen, erzeugt, die also auf dem mehrjährigen Querschnitte von der Rinde aus bis zu irgend einem Punkte des Stammquerschnitts verlaufen, und unter Umständen zur Grenzbestimmung an sich undeutlicher Jahresringe dienen können. Nur selten werden einzelne Markstrahlen in ihrer späteren Fortbildung gehemmt; die betreffenden Zellen nehmen den Charakter starkwandiger, verholzter Elemente an, und der Strahl hört nach Außen hin plötzlich auf, wie es bisweilen bei der Buche, Birke &c. beobachtet wird.

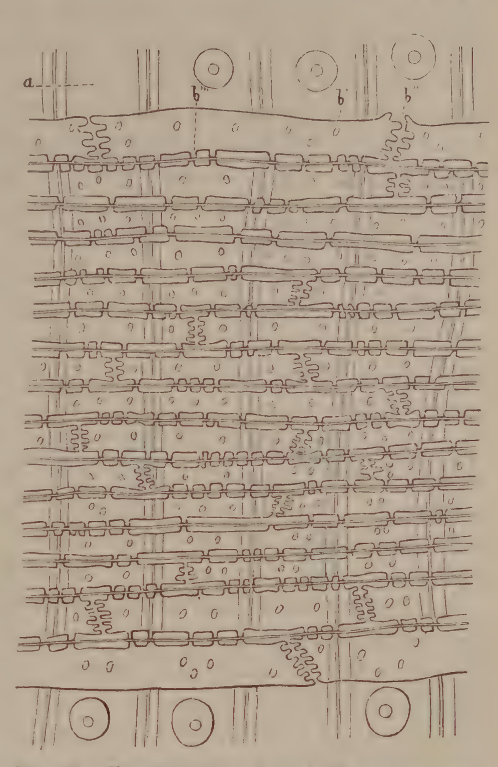


Fig. 53. Radialschnitt durch das Stammholz von Abies pectinata Dec. a Tracheiden mit Hoftüpfeln; b' b'' b''' einfache Tüpfel der Markstrahlen.

Die Markstrahlen unterhalten einen Stoffaustausch zwischen dem Marke, dem jungen Holze und der Rinde, oder, wenn das Mark bereits abgestorben ist, zwischen den älteren und jüngeren Jahresringen und der Rinde. Ihre Zellen enthalten, so lange sie lebensthätig bleiben — oft 30 bis 40 Jahre lang[1]) — in der Zeit der Vegetationsruhe (Herbst und Winter) Stärkemehl. Die Periode der Entleerung der Markstrahlen von Stärkemehl — während der Entfaltung der Knospen im Frühjahr — dauert bisweilen nur wenige Wochen, worauf die neue Aufspeicherung wieder beginnt. In den noch älteren Jahresringen sind sie in der Regel verholzt oder doch speicherungsunfähig geworden: der Splint geht in Kernholz über.

Holzring (Jahresring). — Da das Cambium der Gefäßbündel der Dikotyledonen und Gymnospermen in dem ganzen Verlaufe des Stammes und der Wurzel fortbildungsfähig bleibt, so sind die Gefäßbündel hier nicht abgeschlossen, sondern „offen"; sie wachsen nicht nur in die Länge, sondern durch ihr eigenes Cambium in die Dicke und bilden auf diese Weise einen geschlossenen Holzring (Jahresring). Das Wachsthum des Stammes und der Wurzel in die Länge und Dicke erfolgt durch die stete Zunahme der ursprünglich angelegten Fibrovasalstränge, weshalb die genannten Pflanzenclassen auch Endumsprosser (Plantae akramphibryae Endl.) genannt werden. Nur um in die Knospen, Blätter und Blüthen einzutreten, verzweigen sich die Gefäßbündel des Stammes, die Zweige

---

[1]) A. Gris, Compt. rend. **62** (1865), 438; 603.

verästeln sich wiederum und stehen durch zahlreiche Anastomosen unter einander in Verbindung. Nur ausnahmsweise finden sich auch im Marke zerstreute Gefäßbündel (Apocyneen, Solaneen, Begoniaceen ꝛc.), welche jedoch bisweilen durch Bündel dünnwandiger, den Gitterzellen analoger Zellen vertreten sind (Nerium ꝛc.)

Die Jahresringe der Bäume lassen sich bekanntlich dadurch von einander unterscheiden und abzählen, daß die im ersten Abschnitt der Vegetationsperioden gebildeten Partien von weitlumigen, dünnwandigen Zellen gebildet sind und zahlreiche und weite Gefäße (wo solche überhaupt vorhanden) enthalten, während die später gebildeten Zonen dickwandiger und in radialer Richtung zusammengedrückt erscheinen. In dem homogeneren Holze der Gymnospermen sind diese Gestaltungsunterschiede der Zellen bedeutender, als im Allgemeinen bei den Laubhölzern, wo dagegen die Zahl und Größe der Gefäße bisweilen einen Anhalt zur Unterscheidung der einzelnen Jahresringe darbieten. Dies gilt namentlich für die „ringporigen" Laubhölzer, welche in der „Frühjahrszone" einen dichten Kranz großer Gefäße führen, während in der „Herbstzone" deren Größe und Zahl abnimmt (Eiche, Esche, Ulme ꝛc.).

Weniger leicht erkennbar sind die Grenzen der Jahresringe bei denjenigen Laubhölzern, in denen gleich große Gefäße isolirt oder in semmel- oder wellenförmiger Gruppirung durch den Ring zerstreut sind. Die ungleichmäßige Gestaltbildung der Frühjahrs- und Herbstzone des Jahresringes wird von Sachs auf den zunehmenden Gegendruck zurückgeführt, welchen die im Laufe des Sommers austrocknende Rinde der Expansionstendenz des wachsenden Holzkörpers entgegensetzt, nachdem im Frühjahr, wo die Reservestoffe sich lösen, Wasser anziehen und eine Quellung des Rindenkörpers, welche zur Erweiterung der Borkenrisse und theilweisen Abstoßung peripherischer Partien der Borke führen, Platz für Neubildungen geschaffen worden. Die Anzahl der Jahresringe ist ein ganz zuverlässiges Maß des Alters eines Baumes schon deshalb nicht, weil unter gewissen Umständen, wie neuerdings durch L. Kny nachgewiesen[1]), in einer Vegetationsperiode zwei Jahresringe in dem vorjährigen Sprosse sich zu bilden vermögen, andererseits nicht jeder Jahresring den ganzen Umfang des Stammes umgreift.

Bei den gefäßführenden Kryptogamen liegen die Gefäße in der Mitte des Bündels und sind von Cambium umgeben; Holz- und Bastzellen fehlen. Bei den Laub- und Lebermoosen werden die Gefäße durch langgestreckte Zellen vertreten, und bei einigen besteht das Gefäßbündel überhaupt nur aus Cambium. Als Gefäßformen treten, namentlich bei den Farnen, Ring-, Schrauben- und Treppengefäße auf. Das nach außen liegende Cambium, welches meist von verholzten Parenchymzellen umgeben ist, bildet sich nur ganz kurze Zeit fort, obgleich es lebensthätig und safterfüllt bleibt, so daß daher die Gefäßbündel in sich „geschlossen" sind, sich im Stamm und in der Wurzel — mit Ausnahme einiger Baumfarne — nicht verzweigen, und eine Fortbildung nur an ihren Enden, nahe dem Vegetationspunkte, statt findet. Aus diesem Grunde wächst der Stamm der

[1]) Verhandlungen des botanischen Vereins der Provinz Brandenburg. 21. Jahrg. (1879).

Gefäßkryptogamen in der Regel nur in die Länge, nicht in die Dicke. Daher die Bezeichnung der kryptogamischen Gefäßpflanzen als Endsprosser (Plantae akrobryae).

Bei den Monokotyledonen ist jedes Gefäßbündel ringsum von gewöhnlichem Zellgewebe umgeben, der Bast bildet einen untrennbaren Theil desselben, und das in der Mitte des Bündels liegende Cambium verliert, mit wenigen Ausnahmen, in einiger Entfernung von der Spitze seine Fortbildungsfähigkeit; es wird, von außen nach innen vorschreitend, in Dauerparenchym umgewandelt, weshalb die einmal ausgebildeten Gefäßbündel nicht mehr an Dicke zunehmen, d. h. „geschlossen" und stets im Parenchym zerstreut sind, ohne einen continuirlichen Holzring zu bilden. Indessen verzweigen sich dieselben zuweilen auch mehrfach und treten wieder durch unregelmäßige Anastomosen mit einander in Verbindung, wodurch Maschen entstehen, welche von Parenchym ausgefüllt werden. Wenn gleichwohl manche Monokotyledonen einen ansehnlichen Stamm erzeugen (Dracaena, Yucca, Phoenix u. a. Palmen), so geschieht dies dadurch, daß in dem Grundgewebe am Stammumfange immer neue Gefäßbündel entstehen. Unter dem Vegetationspunkte des Stammes bilden sich die Gefäßzweige, welche in die Blätter übertreten, während sich die Gefäßbündel im Umfang des Stammes sowohl in der Richtung des Radius, als in der der Peripherie verzweigen. Wegen dieser eigenthümlichen Fortentwickelung der Gefäßbündel haben die Monokotyledonen auch den Namen Umsprosser (Plantae amphibryae) erhalten.

Das Phloëm.

Die Elemente, welche den Basttheil des Gefäßbündels bilden, sind durchweg Analoga der Elemente des Holztheiles. Die echten Bastfasern des Phloëms entsprechen den Libriformfasern des Xylems, und von den übrigen, als „Weichbast" zusammengefaßten Zellgebilden des Phloëms sind die Siebröhren (Gitterzellen v. Mohl), den Gefäßen, das Bastparenchym dem Holzparenchym des Holztheiles des Gefäßbündels entsprechend.

Bastzellen. — Die echten Bastzellen (Bastfasern) sind in der Regel sehr in die Länge gestreckte, spindelförmige, seltener abgestutzte, häufig verzweigte, biegsame Zellen von geringem Durchmesser. Sie entstehen in der Regel direct aus je einer nach der Rinde zu belegenen Cambiumzelle, unter nachträglicher Verlängerung; indessen giebt es auch Bastzellen, namentlich sehr lange, welche der Verschmelzung mehrerer über einander geordneter Zellen ihre definitive Länge verdanken (Meyen, Caspary).

Die Wände der Bastzellen sind bisweilen nicht verholzt (Acer). Obgleich stärker, als die Holzzellen, und oft so stark verdickt, daß die Höhlung der Zelle fast ganz schwindet (Fig. 33 g; 54 B), färbt sich ihre Membran mit Jod und Schwefelsäure nicht gelb, sondern violett. Doch kommen auch schwach verdickte Bastzellen vor (Vitis). Die Verdickungsschichten der Bastzellen zeigen gewöhnlich eine durch



zierliche Spiralstreifung hervorgerufene, scheinbar faserige Structur, und sind wohl mit feinen, oftmals spaltenförmigen Porenkanälen, aber nie mit Tüpfeln versehen. Analog den gefächerten Libriformzellen sind auch die Bastzellen. Die Bastzellen finden sich hier und da vereinzelt im Marke (Sambucus), vorzüglich aber in der secundären Rinde, seltener einzeln, gewöhnlich in größerer Zahl auf das Innigste zu Bündeln vereinigt, und stellen so den „Bast" (Liber) dar, welcher länger der Fäulniß widersteht, als andere Pflanzengewebe, und daher durch das sogenannte Rösten, überhaupt durch Maceration der übrigen Zellgewebe, isolirt und technisch verwerthet werden kann (Flachs, Hanf, Jute von Corchorus textilis, capsularis L., die Bastfaser der Cocosfrucht, des Lindenstammes, die Piassava-Faser von den Palmen Attalea junifera und Leopoldina Piassaba 2c.)[1])

Echte Bastfasern fehlen der Gattung Abies, Pinus und Picea. Bei Larix stehen sie vereinzelt, zerstreut, ohne ganz bestimmte Ordnung; die Bastzellen von Taxus zeigen eine eigen=

Fig. 54. Längsschnitt durch die Rinde von Tilia europaea Dec. B Bastzellen; S Siebröhren mit großen (a) und kleinen (b) Siebplatten; P Bastparenchym.

[1]) Sehr verschieden von diesen Bastfasern ist die Baumwolle, welche als Haarschopf die Samen der Baumwollenstaude umgiebt. Dies sind zwar auch sehr lange, aber ganz dünnwandige Zellen, so daß sie im trockenen Zustande zusammenfallen und ein plattes Band mit etwas rundlichern Rändern und nicht, wie die Bastfasern, einen überall gleich dicken cylindrischen Faden bilden. Durch diesen Unterschied ist man im Stande, eine Vermischung des Leinens mit Baumwolle auch ohne Anwendung von Reagentien unter dem Mikroskope zu erkennen.

thümliche knötchenförmige Verdickung. Im Gefäßbündel des dikotyledonen Stammes sind die Bastzellen entweder in dem Basttheile gruppenweise oder einzeln zerstreut, oder in einer oder mehreren, durch die Markstrahlen unterbrochenen Reihen ange=



Fig. 55. a Bruchstück eines freigelegten Milchsaftgefäßes von Acer platanoides. (Vgr. 120.)
b Bruchstück eines siebröhrenartigen Milchsaftgefäßes v. Acer mit großen Poren. (Vgr. 240.)
c Radialer Längsschnitt durch die Bastlage von Acer negundo. cr Siebröhrenreihe, crst Krystallzellenreihe mit theilweise (y) oder ganz (x) resorbirten Querwänden. p Bastparenchym. (Vergr. 360, nach Hanstein.)

ordnet (Fig. 59 d). Im Gefäßbündel der Monokotyledonen liegen die Bastzellen an der nach der Peripherie zugewendeten Seite.

Milchsaftgefäße. — Die Milchsaftgefäße (Vasa lactica) gehören den Bastzellen an. Sie sind gleichwohl nicht auf das Phloëm der Gefäßbündel beschränkt, sondern kommen auch in den anderen beiden Gewebesystemen (Haut- und Grundgewebe) vor. Nach Hanstein vermögen selbst Gefäße des Holztheils die Form und Function von Milchsaftgefäßen zu übernehmen. Sie sind äußerst dünnwandig und zart, den geronnenen Inhalt oft in weitem Abstand umhüllend (Fig. 55 a); nur ausnahmsweise ist ihre Membran etwas verdickt und zähe. Sie haben einen sehr verschiedenen Querdurchmesser, finden sich in der Regel zwischen den Bast- und Holzzellen, seltener im Bereiche der letzteren selbst (Carica Papaya), in der äußeren Rinde, im Mark. Oftmals verzweigen sich die Milchsaftgefäße in ausgedehntestem Maße und bilden durch Anastomosen ein vielmaschiges Netzwerk (Acer, Caladium) (Fig. 56), sind aber auch bisweilen einzelne Milchsaft führende Bastzellen (Vinca). Ihr eigenthümlich milchartiger Inhalt ist eine Emulsion verschiedenartiger Stoffe: von feinkörnigem Kautschuk (Ficus elastica, Siphonia elastica), Amylumstäbchen, Harz, Oel, Wachs, Pflanzeneiweiß in einer Lösung von Zucker, Gummi, Salzen, Alkaloiden. Der Milchsaft liefert die heftigsten Gifte (Antiaris toxicaria, das Upasgift der Indianer), doch auch genießbare Substanz (Galactodendron utile), Gerinnmittel für Milch (Carica) und Arzneimittel. Das Opium der unreifen Mohnkapsel enthält eine größere Anzahl von Alkaloiden: Narcotin, Morphium, Codein, Thebain, Narcein, Papaverin, Opianin 2c., welche zum Theil eines aus dem anderen hervorgehen. Seiner Färbung nach ist der Milchsaft bald weiß (Acer platanoides), bald wasserhell, gelb, roth. Er wird im späteren Alter des Organs wässriger, ein Beweis, daß seinen Bestandtheilen eine Verwendung im Lebensprozeß vorbehalten ist.



Fig. 56. Milchsaftgefäß, durch Maceration isolirt (Vgr. 160), nach Hanstein.

Siebröhren. — Die Gitterzellen, Siebröhren oder Bastgefäße wurden zuerst von Th. Hartig (1853) im Baste der Lärchen beobachtet, sind aber jetzt in dem Baste vieler Pflanzen nachgewiesen. Es sind langgestreckte, sehr schmale, zartwandige, an den Querwänden oft knotig erweiterte Zellverschmelzungen, deren flüssiger Inhalt reich an stickstoffhaltigen Substanzen ist; sie enthalten keine Reserve-Stärke, verholzen nie, bilden jedoch zuweilen Tochterzellen, deren Wände sich stärker verdicken und verholzen (Weißtanne, Fichte, Lärche). Die Querwände werden bald vollständig resorbirt, bald nur siebförmig durchbrochen. Die Siebröhren sind besonders ausgezeichnet durch die Art und Weise ihrer Verdickung, nach welcher sie in drei verschiedenen Formen erscheinen. Entweder bilden sie Längsreihen senkrecht stehender, langgestreckter Zellen, deren wagrechte, gallertartig

verdickte Querwände eine netzförmige Durchbrechung zeigen (Bryonia, Acer, Fig. 57 cr) oder solche, deren schief stehende Querwände leiterförmige Verdickungen

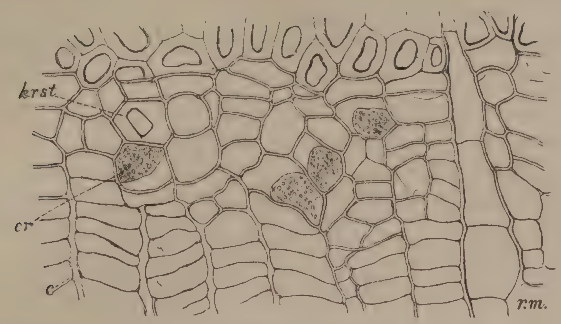


Fig. 57. Siebröhren von Acer mit netzförmiger Durchbrechung der Querwände (cr), krst Krystalle; c Cambium; rm Markstrahl (Vgr. 360), nach Hanstein.

besitzen, zwischen welchen die verdünnten Partien wieder sehr zart und netzförmig verdickt erscheinen (Tilia, Fig. 54 c); oder endlich langgestreckte den Holzzellen ähnlich verjüngte Zellen, welche auf ihrer Seitenwand, und zwar, wie es scheint, nur gegen die Markstrahlen hin, eine Reihe kreisförmiger, dem Tüpfelraum der Nadelhölzer ähnlicher, verdünnter Stellen (Siebplatten) besitzen, die wieder sehr fein netzförmig verdickt sind (Nadelhölzer). Bei den Laubhölzern scheinen die Siebplatten mehr auf der Querwand, bei einigen (Pyrus communis, Vitis vinifera) auch seitlich, bei den Nadelhölzern dagegen nur auf der Seitenwand vorzukommen. Nach Nägeli sind die Querwände der Gitterzellen an den nicht verdickten Stellen wirklich durchbohrt, was auch von Sachs[1]) und Hanstein[2]) wenigstens für Cucurbita pepo und Dahlia bestätigt wurde. Die Gitterzellen liegen einzeln, gruppen- oder bänderweise zwischen den übrigen zum Basttheile des Gefäßbündels gehörigen Zellen. In den Blattfiedern der Cycadeen und einigen anderen Pflanzen fand Borskow[3]) jedoch auch geschlossene. Die von Moldenhauer aufgefundenen „Vasa propria" der Monokotyledonen sind Gitterzellen mit geschlossenen

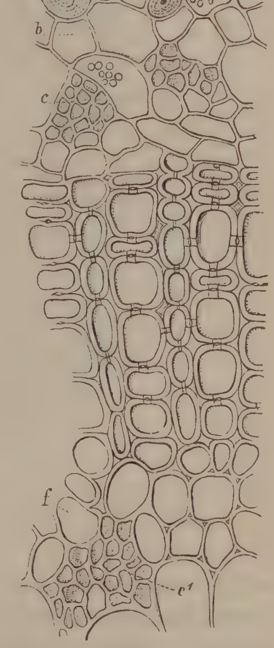


Fig. 58. Markständige Siebröhren von Vinca minor (c¹) (nach Schacht). a Bastzellen; b Rindenparenchym; c Siebröhren; f Markparenchym.

[1]) Botanische Zeitung 1855. 873.
[2]) Hanstein, die Milchsaftgefäße und die verwandten Organe der Rinde. Berlin, 1864. Gekrönte Preisschrift. Vergl. L. Dippel, das Mikroskop und seine Anwendung. II. Theil. Braunschweig 1872.
[3]) Zeitschrift für wissenschaftliche Botanik 7, 348.

Poren. Uebrigens finden sich in den Gefäßbündeln sowohl der Mono- als Dikotyledonen, auch bei solchen, die keine eigentlichen Gitterzellen wahrnehmen lassen, stets langgestreckte, dünnwandige Zellen, die entweder nur sehr undeutliche (Taxus), oder keine Sieb- oder Gitterporen zeigen, und welche in letzterem Falle oft ein cambiumförmiges Ansehen haben (Nägeli's Cambiform), die sich aber ihrer Lage

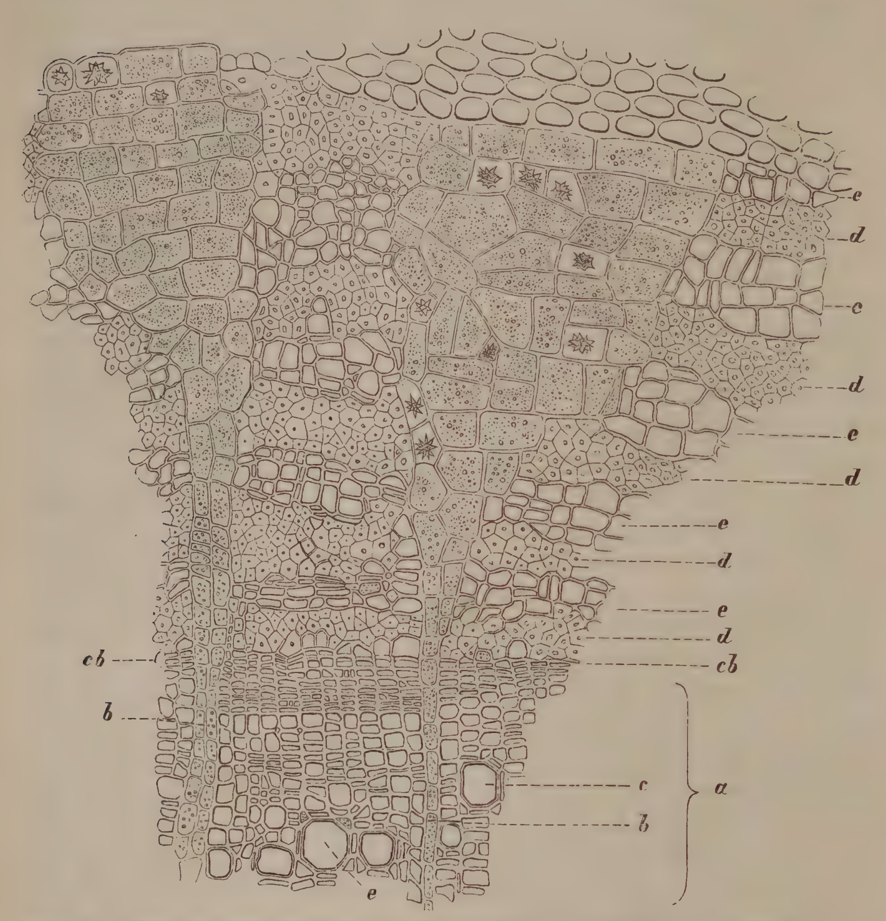


Fig. 59. Querschnitt durch die Rinde von Tilia grandifolia. a Holzkörper; b Markstrahl, in die Rinde verbreitert; c Gefäß; cb Cambium; d Bastschichten; e Bastparenchym.

und Function nach den Gitterzellen anschließen, wohl auch dem Bastparenchym zugezählt werden. Vereinzelt finden sich Siebröhren auch unabhängig von den Gefäßbündeln im Marke (Fig. 58).

Den Siebröhren ist bei der Hinleitung des in den Chlorophyllzellen erzeugten plastischen Materials zu den Orten der Zellbildung bez. zu den Reservelocalen unzweifelhaft eine wesentliche Rolle zugewiesen.

Schlauchgefäße. — Die den Siebröhren verwandten Schlauchgefäße (Vasa utriculiformia, Hanstein) durchziehen die Blätter- und Stammrinde vieler Monokotyledonen und einiger Dikotyledonen (Mirabilis) als weite, lange, zartwandige Zellen, deren horizontale Querwände bald weiter, bald enger sind, als der Durchschnitt der Zellen, und nicht immer eine wirkliche Durchbrechung zeigen. Sie führen einen milchigen und klaren Inhalt und Raphiden, sind übrigens gleichfalls nicht auf das Phloëm der Gefäßbündel beschränkt, sondern kommen auch in den anderen beiden Gewebesystemen (Haut- und Grundgewebe), und zwar meist nahe unter der Epidermis, vor.

Bastparenchym. — Durch Quertheilung junger Bastzellen entstanden ist das Bastparenchym (Phloëmparenchym), seiner Entwicklung und Structur nach dem Holzparenchym analog. Seine Längswände sind jedoch bei den Monokotyledonen stets bei Dikotyledonen bisweilen (wo sie Siebröhren angrenzen) glatt und unverholzt; sonst kommen im Bastparenchym der Buche, Linde, Birke &c. auch einfache Tüpfel vor. Der Zellinhalt des Bastparenchyms besteht häufig in der Vegetationsruhe aus Kohlenhydraten; nicht selten ist ihnen Blattgrün eigen. In älteren, dann sehr kurzen, Zellen des Bastparenchym finden sich fast immer monoklinische Krystalle, Raphiden und Drusen von oxalsaurem Kalke. Auf dem Querschnitt erscheinen die Zellen des Bastparenchyms bald reihenweis geordnet (Abietineen, Birke, Linde [Fig. 59 e]), bald unregelmäßiger vertheilt.

Die Gefäßbündel vermitteln vorzüglich die Stoffleitung, und zwar der Holztheil, so lange er überhaupt Säfte führt, die Leitung des von den Wurzeln aufsteigenden Wassers und der Mineralstoffe, während der Basttheil, und vornehmlich die Gitterzellen, dazu bestimmt sind, die aus den Blättern herabsteigenden Assimilationsproducte, insbesondere die stickstoffhaltigen, eiweißartigen, weiter zu leiten. Aus diesem Grunde hat Sachs die Siebröhren, sowie alle Zellen, welche eine diesen gleiche Function haben, d. h. alle langgestreckten, dünnwandigen, ohne Intercellulargänge an einander schließenden Zellen, welche keine Aehnlichkeit mit ächten Bastzellen, Gefäßen und Holzzellen haben, und deren Inhalt überwiegend eiweißartiger Natur ist, Leitzellen genannt; zu denselben gehören auch die langgestreckten Zellen der Laub- und Lebermoose, welche die Stelle des Gefäßbündels vertreten.

Zwischenzellenbildungen.

Ursprünglich sind alle ein Gewebe bildende Zellen aufs Innigste mit einander verbunden. Die entstehenden Membranen zweier benachbarten Zellen verschmelzen, wie bereits oben bemerkt, vollständig zu einer einfachen, beiden Zellen gemeinsamen Scheidewand, in welcher eine Grenzlinie nicht erkennbar ist (Fig. 21). Im weiteren Verlaufe eines oft ungleich raschen Flächenwachsthums spaltet sich jedoch die Zellmembran an einzelnen Stellen und tritt in zwei Lamellen auseinander. Es werden dadurch Zellenzwischenräume, „Intercellularräume“ (Meatus

intercellulares) gebildet. Diese durch Auseinanderweichen oder Resorption hierfür von vornherein disponirter Zellengruppen gebildeten Intercellularräume nennt man protogene, die durch spätere Resorption von Zellen entstandenen hysterogene. Die einfachste Form der Intercellularräume stellt sich an verschiedenen Punkten der Zellenperipherie als kleinere oder größere drei- und mehrkantige Kanäle (Fig. 21; 22), je nach der Anzahl der an dem Punkte unvollständiger Berührung zusammenstoßender Zellen dar. Nicht alle Gewebsarten enthalten Intercellularräume. Das Urgewebe, die Cambiumzellen, die Tracheiden, die Zellen der Epidermis (mit Ausnahme der Spaltöffnungen) schließen lückenlos aneinander. Das Parenchym-Gewebe ist ausgezeichnet dadurch, daß die ursprünglich polyedrischen Zellen sich allmählig abrunden und intercellulare Lücken erzeugen, welche als ein System luftführender Kanäle sich weithin durch das Gewebe verbreiten. Indem diese Intercellularräume durch die Spaltöffnungen, wo solche vorhanden, mit der Atmosphäre communiciren, wird verhindert, daß der Luftdruck oder die chemische Zusammensetzung der im Pflanzeninnern eingeschlossenen Gase von der Außenluft wesentlich abweicht. Wenn gleichwohl die Luft im Innern grüner, durchleuchtbarer Organe am Tage um einige Procente sauerstoffreicher, Nachts kohlensäurereicher zu sein pflegt, als die der umgebenden Atmosphäre, so liegt dies hauptsächlich an der relativen Langsamkeit der Diffusionsvorgänge. In Organen mit cuticularisirter Epidermis, denen Spaltöffnungen fehlen, ist die Tension der Innengase oft eine so beträchtliche, daß beim Hineinstechen in ein derartiges Organ ein lebhafter Ausstrom von Gasblasen erfolgt. Die cuticulafreie Oberhaut der Wurzeln gestattet einen verhältnißmäßig raschen Austausch der Innen- und Außenluft.[1])

Die Entstehung der Spaltöffnung beruht gleichfalls auf dem theilweisen Auseinanderweichen der ursprünglich einfachen und homogenen Membran, welche in gewissen Zellen der Epidermis (Spaltöffnungsmutterzellen) zu der Bildung der zwei oder mehreren Schließzellen der Spaltöffnung Anlaß giebt. Bisweilen schreitet die Spaltung von dem Intercellularraume aus weiter in die homogene Zellwand hinein vor und vermag zu einer vollständigen Trennung der Zellen zu führen, ohne daß daraus auf die Praeexistenz zweier Trennungsschichten zu schließen wäre. Spontan tritt dieser Vorgang ein im „Fleische" saftiger Früchte bei der Reife oder Nachreife (Symphoricarpus); in der Bildung der Athemhöhle unter den Spaltöffnungen; bei der herbstlichen Ablösung der Blätter in der „Trennungsschichte"; bei dem Zerreißen mancher reifen Fruchtkapseln in Folge der Eintrocknung des zuvor saftreichen Organs; bei dem Aufplatzen der Steinschale von Steinfrüchten (Wallnuß); in Folge der Quellung beim Keimprozeß ꝛc. Künstlich läßt sich die Trennung von Zellen hervorrufen durch anhaltendes Kochen im Wasser bei sehr dünnwandigen, oder in Kali oder Salpetersäure bei dickwandigen Zellen, wobei die Mittellamelle (Fig. 27 p) aufgelöst und damit die Isolirung der Zellen aus ihrem Verbande herbeigeführt wird. Diese „Mittellamelle" stark verdickter Zellen, welche sich als beiden anstoßenden Zellen gemeinsam darstellt, und vermöge ihrer molecularen

[1]) Hofmeister, Lehre von den Pflanzenzellen. 1867, 263.

Structur optisch, zugleich aber chemisch verschieden (Unlöslichkeit in concentrirter Schwefelsäure) von den später aufgelagerten (inneren) Verdickungsschichten erweist, wurde früher als „Intercellularsubstanz" aufgefaßt[1]), aber als der Zellmembran selbst angehörig erkannt.

Luftbehälter.

Außer den durch locale Spaltung der Zellmembran, wie soeben beschrieben, erzeugten Intercellularräumen finden sich in manchen Pflanzen größere oder kleinere mit Luft erfüllte Lücken im Zellgewebe: dieselben können in sehr verschiedener Weise entstehen. Wachsen die Zellenwände in der Umgebung eines Intercellularraumes nachträglich weiter, so bilden sich bald sternförmige (Fig. 16), bald unregelmäßig contourirte Zellformen (im Parenchym mancher Blätter [Fig. 14]). Durch einfache Auflösung der Querwände aneinander gereihter Zellen werden „Zellfusionen" (Unger) gebildet, zu denen die Gefäße gehören. Die Holzzellen (Tracheiden) in Stamm und Aesten der Coniferen bilden erst dann ein System communicirender Lufträume, wenn — in späterem Alter der Jahresringe — die Schließwand der Hoftüpfel resorbirt (aufgelöst und verwest) ist. Oftmals tritt eine Resorption ganzer Gewebe erst dann ein, nachdem die Zellen derselben ihres Saftes und Protoplasmas beraubt, also lebensunfähig geworden sind und im Wachsthumsfortschritt des Nachbargewebes zerrissen werden. Hohlräume der letzteren Art nennt man lysigene, durch einfache Spaltung entstandene schizogene. Besonders große Luftlücken (Lacunae aëreae) und Luftgänge (Canales aëreae) finden wir im Marke des Stammes und der Blätter von Wasser- und Sumpfpflanzen, Nymphaeaceen, Palmen (Fig. 60; 61), welche zumeist durch Resorption von Zellgeweben entstehen. Die in dem Gefäßbündel der Equisetaceen beobachteten Luftgänge[2]) sind das Ergebniß der Resorption eines Gewebestranges von Gefäßen und Parenchym (im Stengel) resp. — nach Schacht — eines großen centralen Spiralgefäßes (in der Wurzel). Bei einigen Monokotyledonen sind die Luftgänge der Gefäßbündel (nach Dippel) häufig auf die Entleerung von Milchsaftgängen zurückzuführen; in der Regel entstehen dieselben hier jedoch nach dreifachem Typus[3]): 1) durch Resorption eines ringförmig

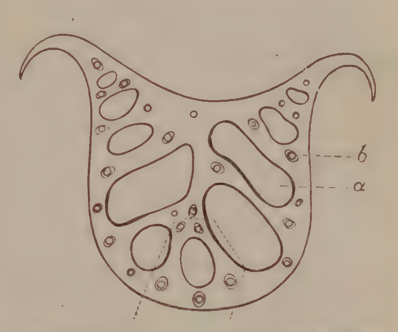


Fig. 60. Blattstielquerschnitt von Musa paradisiaca (Vgr. 3,5). a Luftlücken; b Gefäßbündel.

[1]) Wigand, Intercellularsubstanz und Cuticula. Braunschweig, 1850.

[2]) Auch in den Rindengeweben der Equisetaceen kommen Luftkanäle vor, welche jedoch durch Auseinanderweichen bestimmter Zellengruppen entstehen.

[3]) A. B. Frank, Beiträge zur Pflanzenphysiologie. Leipzig 1868.



Fig. 61. Ausschnitt aus Fig. 59 stärker vergrößert. l Luftcanal; k Gefäß; h Holztheil, b Basttheil des Gefäßbündels; r kleine Randgefäße; m Farbstoffgänge; c Epidermis.

verdickten Gefäßes (Anacharis canadensis); 2) es wird der Raum eines oder mehrerer bei einander stehender Ringgefäße durch Vermehrung der umgebenden Zellen zu einem Kanale vergrößert, in welchem die am Wachsthum nicht theilnehmenden Verdickungsringe lose oder theilweise gelöst liegen (Potamogeton);

3) ein leiterförmig verdicktes Gefäß erweitert sich, durch das Wachsthum des umgebenden Gewebes, so stark, daß die Gefäßwand bis zum Verschwinden ausgedehnt wird (Sparganium). Durch mechanisches Zerreißen saftberaubter Zellgewebsmassen entstandene Lufträume, wie sie im hohlen Stengel der Gräser, Umbelliferen, im gefächerten Mark des Weinstocks auftreten, sind stets von rauhen Wänden, an denen Reste des vertrockneten Zellgewebes kleben, umkleidet.

Behälter eigenthümlicher Stoffe (Saftgänge).

Den mit Luft erfüllten Intercellularräumen gesellen sich in manchen Holzgewächsen Hohlräume zu, welche mit eigenthümlichen, oft gefärbten oder duftenden, von angrenzenden Zellen erzeugten Stoffen, Harzen, ätherischen Oelen, Gummi, Gummiharzen, Milchsaft ꝛc. sich erfüllen und Saftgänge genannt werden.

Harzgänge. — Die Harz- oder Terpentingänge im Blatt und Stamme der Coniferen entstehen durch das Verhalten bestimmter Cambiumzellen, resp. junger, noch unverdickter Holzzellen. Die für die Bildung des Harzganges geeigneten Zellen — gewöhnlich vier — theilen sich zunächst durch Querwände, worauf ihre aneinanderstehenden Längswände sich abrunden, auseinander treten und einen größeren Intercellularraum, eben den Harzgang, zwischen sich bilden, in welchem Harz abgesondert wird. Nach Frank[1]) ist es eine Reihe über einander geordneter Zellen, welche sich in vier auseinander weichende Tochterzellreihen theilen. Den Untersuchungen Sanio's[2]) zufolge gehören die den Harzgang erzeugenden vier Zellen in der Regel zweien, seltener drei oder vier Holzzellreihen an. Sind überhaupt nur zwei Zellen an der Bildung des harzführenden Intercellularraumes betheiligt — der seltenste Fall —, so vollzieht sich die Bildung des Ganges in der Art, daß entweder die tangentiale oder die radiale Trennungswand der beiden Zellen auseinander weicht. Sofern aber vier Zellreihen zur Constitution des Harzganges beitragen, weichen die Zellen entweder nur an den zusammenstoßenden Ecken, oder ihrer ganzen Fläche nach auseinander.

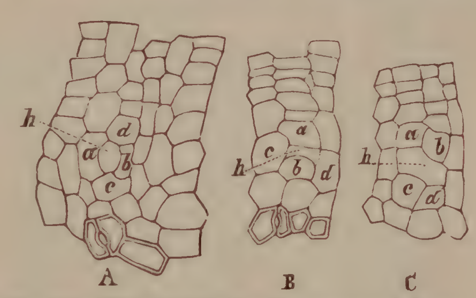


Fig. 62. Bildungsweise des Harzganges (nach Sanio) (s. Text).

Bisweilen werden, nach J. C. N. Müller[3]), sämmtliche vier Zellen nochmals getheilt. Ist der Harzgang ursprünglich zwischen den radialen Wänden zweier cambialer Holzzellen (a und b Fig. 62 A) verschiedener Reihen entstanden, so betheiligen sich an der Umgebung des Ganges (h) noch je eine, die nächstältere und

[1]) Beiträge zur Pflanzenphysiologie. Leipzig 1868.
[2]) Jahrbuch für wissenschaftliche Botanik 9 (1873—74), 99.
[3]) Jahrbuch für wissenschaftliche Botanik 5, 399.

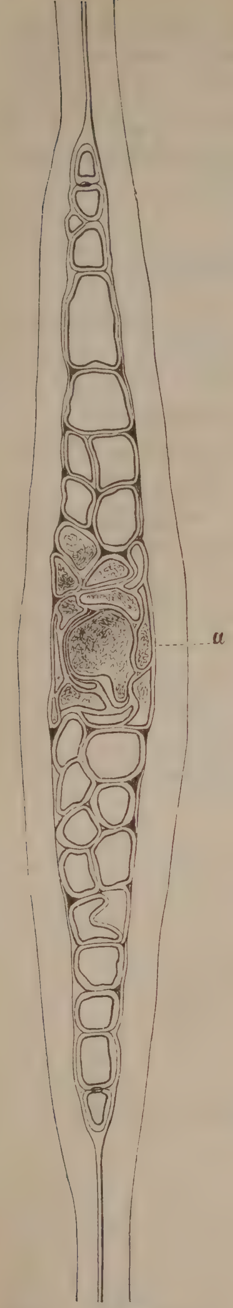


Fig. 63. Tangentialschnitt durch einen horizontalen Harzgang (a) im Markstrahl von Pinus sylvestris (Vgr. 335.)

nächstjüngere Zelle (c und d) einer Holzreihe. War der Harzgang dagegen zwischen zwei tangential benachbarten Zellen entstanden, so nehmen später noch je eine Zelle der benachbarten jungen Holzreihen an der Umgrenzung des Harzganges Theil (Fig. 62 B) Unter den sonstigen factisch gegebenen Fällen heben wir, nach Sanio[1]), den hervor, daß je zwei neben einander belegene cambiale Holzzellen zweier Reihen (a und b Fig. 62 C) von ihren älteren Nachbarzellen (c und d) sich abtrennen und so einen von vier Zellen begrenzten Harzgang constituiren.

Die den Harzgang umschließenden Zellen bilden sich nicht zu Tracheiden aus, sondern sind auch hierin den Holzparenchymzellen gleich, zur Ruhezeit der Vegetation mit Reservestoffen (Stärke), späterhin mit ätherischem Oel und mit Balsam erfüllt, welcher sich unter Einwirkung des Sauerstoffs in Harz umbildet. Sie vermögen sich nachträglich sämmtlich oder zum Theil noch wieder zu theilen, so daß der fertige Harzgang von einem Epithelium zartwandiger Zellen umgeben erscheint.

In der Markkrone verhält sich die Bildung des Harzganges etwas abweichend. Es sind in der Regel hier zwei junge Holzzellen oder, seltener, zwei Tochterzellen einer Holzzelle, deren Membranen den Intercellularraum zwischen sich bilden und event. später weitere Theilungen erfahren.

Im späteren Alter des Holzes sind die Mutterzellen des Ganges bei Fichte und Kiefer häufig verschwunden (resorbirt), die den Harzgang umgebenden stärkeerfüllten Holzparenchymzellen erscheinen etwas zusammengedrückt in Folge der Ausdehnung des Harzganges (Fig. 41; 63 a). Je dehnbarer noch die den Harzgang umgebenden Zellen, desto größere Dimensionen vermag der Gang anzunehmen (Blatt von Pinus), während die bereits verholzten Zellen eine größere Ausdehnung des Harzganges, wo nicht gar das Auseinandertreten der Mutterzellen zu einem Harzgange überhaupt verhindern.

Die in den Blättern der Nadelhölzer auftretenden Harzgänge sind gleichfalls begrenzt von zartwandigen langgestreckten Zellen, bisweilen außerhalb dieser (bei Pinus uncinata, sylvestris u. A.) von Sklerenchymzellen (Fig. 41 a) umstellt. Die an den schuppenartigen Blät-

[1]) Jahrbuch für wissenschaftliche Botanik 9, 56.

tern von Thuja, Cupressus 2c. wahrnehmbaren Harzdrüsen (Fig. 64; 65) sind als verkürzte Harzgänge aufzufassen, welche bei erfolgender Streckung des Blattes zu eigentlichen Harzgängen werden können.

Die Harzgänge im Holze der Coniferen sind vorzugsweise — nicht ausschließlich — im Bereiche des dickwandigen (Herbst-) Holzes der Jahresringe aufzusuchen. Dem Eiben- und Wachholderholze fehlen die Harzgänge, und in der Tanne sind sie sehr sparsam vertreten, die indessen außer den eigentlichen Harzgängen einzelne mit Harz erfüllte Zellen oder Zellgruppen und außerdem größere aus sechs bis zwanzig und mehr Harzzellen bestehende Harzbehälter führt. Letztere sind umgeben von einigen Reihen von Holzparenchymzellen, welche in der Vegetations-



Fig. 64. Biota occidentalis. a Fruchtzweig, b desgl. vergrößert mit Harzdrüsen; c Same.



Fig. 65. Biota orientalis. a Fruchtzweig, b desgl. vergrößert mit Harzdrüsen, c Same; d desgl. Längsschnitt vergr.

periode ätherisches Oel, während der Ruheperiode Stärke enthalten.[1]) Bei Pinus sylvestris finden sich gleichfalls hin und wieder harzerfüllte Reihen von Holzparenchym, sowie auch in dem Holze der Kiefer, Fichte und Lärche finden sich neben den senkrechten Harzgängen noch wagerechte, welche in der Mitte breiterer (mehrreihiger) Markstrahlen und mit diesen auch in die secundäre Rinde verlaufen (Fig. 48; 63). Aus diesen wagrechten Harzgängen treten beim Entrinden des Nadelholzstammes zunächst Terpentintröpfchen aus; da sie mit den senkrechten Harzkanälen communiciren, hat dieser Austritt Dauer, bis die Oeffnung durch erhärtende Harzmassen verschlossen wird. Bei allen Nadelhölzern, deren Stammholz Harzgänge besitzt, ist dies auch im Holze der Wurzel der Fall, und zwar ist das Holz der Wurzel stets harzreicher, als das des Stammes. Senkrechte Rindenharzgänge finden sich bei der Fichte, Tanne und Kiefer, sowie bei den Taxineen und Cupressineen nur in der primären Rinde, und fehlen daher in der Wurzel, weil an dieser der größte Theil der primären Rinde frühzeitig abstirbt; sobald Borkenbildung eintritt, fehlen sie auch im Stamme, weil dann der Theil der Rinde, welcher sie enthält, abstirbt; da aber bei der Weißtanne die primäre Rinde längere

[1]) L. Dippel, Botanische Zeitung **21** (1863). 253.

Zeit fortwächst und lebensthätig bleibt, dauern hier auch die Harzgänge lange, werden aber an älteren Stämmen nach und nach undeutlich, indem größere Zellenlücken entstehen, welche die sogenannten Harzbeulen darstellen. Letztere finden sich in dem Baste von Biota orientalis, sowie in der secundären Rinde der Lärche, wo sich senkrechte Harzgänge in kuglige Höhlen umgestalten.

Im Blatte der Nadelhölzer verlaufen die Harzgänge, wenigstens der mehrjährigen Blatter, fast immer bis in die primäre Rinde des Zweiges hinab. Sie fehlen gänzlich bei Taxus (Fig. 66 B).[1]) In den Nadeln von Juniperus (Fig. 67), Tsuga (Fig. 68), Cunninghamia (Fig. 69), in den Kotyledonen von Taxodium (Fig. 70) findet sich ein Harzgang unterhalb des Mittelnerven. Zwei Harzgänge führt — in der Nähe der seitlichen Kanten — das Blatt von Picea (Fig. 71 B), Abies (Fig. 72; 73), Larix, wo sie im Hypoderm eingebettet sind (Fig. 74), Pseudotsuga (Fig. 75 B), Cedrus (Fig. 76), das Blatt der fünfnadligen Kiefern (Fig. 77; 78), während die zweinadligen Kiefern (Fig. 79 C; 80) eine größere An-

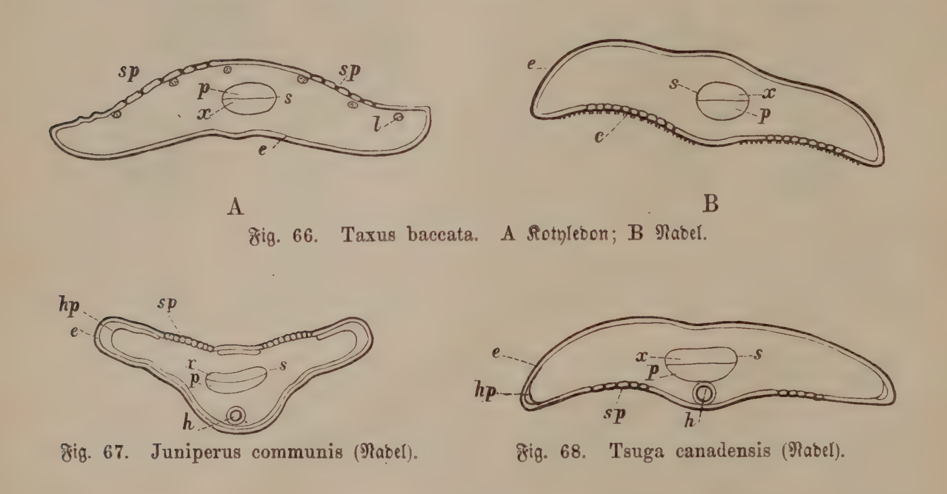


Fig. 66. Taxus baccata. A Kotyledon; B Nadel.

Fig. 67. Juniperus communis (Nadel).

Fig. 68. Tsuga canadensis (Nadel).

zahl (bis 12 und mehr) im Umkreis der Nadeln enthalten, von denen zwei etwas größere (in den Blattkanten) als wesentliche, die übrigen als accessorische bezeichnet werden.[2]) Die Kotyledonen von Pinus (Fig. 79 A) führen zwei Harzgänge; dagegen sind die Kotyledonen von Picea (Fig. 71 A), Pseudotsuga (Fig. 75 A), sowie die Primordialblätter von Pinus (Fig. 79 B) von solchen frei, und die Kotyledonen von Taxus baccata (Fig. 66 A) enthalten etwa 6 Farbstoffgänge.

In den Zapfenschuppen der Coniferen werden gleichfalls zahlreiche, theils lysogene, theils schizogene Harzgänge ausgebildet, welche bei Pinus mit den die

---

[1]) In den Figuren 66 bis 80, schematischen Querschnitten von Nadeln, Kotyledonen bezw. Primordialblättern von Coniferen (in 23facher Vergrößerung) bezeichnen übereinstimmend die Buchstaben: e Epidermis, hp Hypoderma, sp Spaltöffnungsreihe, h Harzgang, s Gefäßbündelscheide, x Xylem, p Phloëm, scl isolirte Sklerenchymzellen im Parenchym, l Farbstoffgang, c Cuticularknoten.

[2]) F. Thomas, Jahrbuch für wissenschaftliche Botanik 4 (1865), 23.

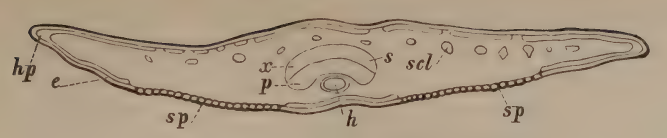


Fig. 69. Cunninghamia sinensis (Nadel).

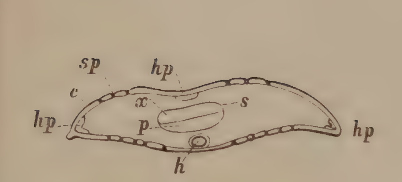
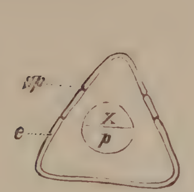


Fig. 70. Taxodium distichum (Kotyledon).



A

B

Fig. 71. Picea vulgaris. A Kotyledon; B Nadel.

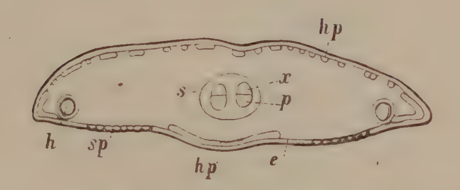


Fig. 72. Abies pectinata (Nadel).

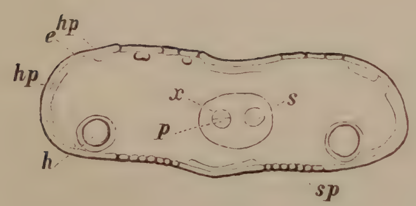


Fig. 73. Abies Pinsapo (Nadel).

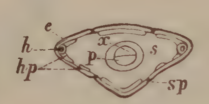
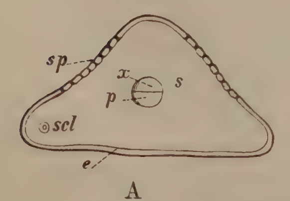
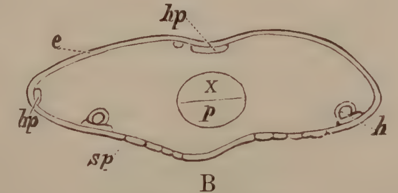


Fig. 74. Larix europaea (Nadel).





A

B

Fig. 75. Pseudotsuga Douglasii. A Kotyledon; B Nadel.

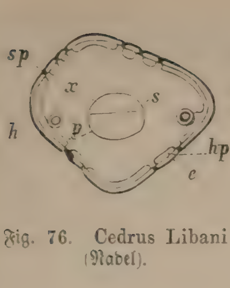


Fig. 76. Cedrus Libani (Nadel).

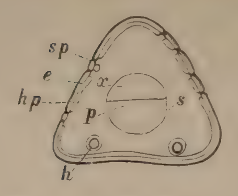


Fig. 77. Pinus cembra (Nadel).

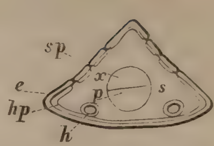


Fig. 78. Pinus strobus (Nadel).

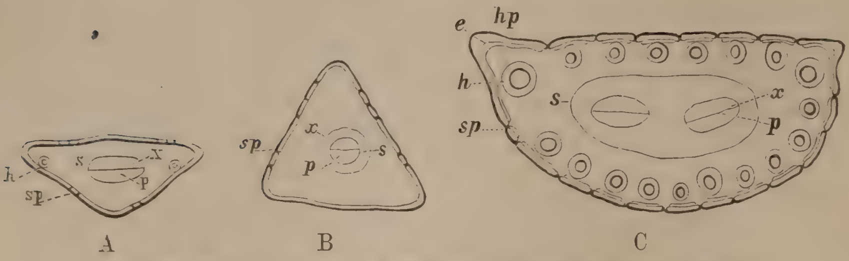


Fig. 79. Pinus sylvestris. A Kotyledon; B Primordialblatt; C Nadel.

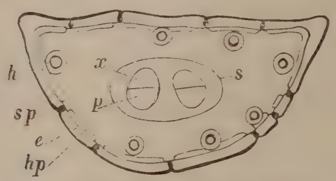


Fig. 80. Pinus uncinata (Nadel).

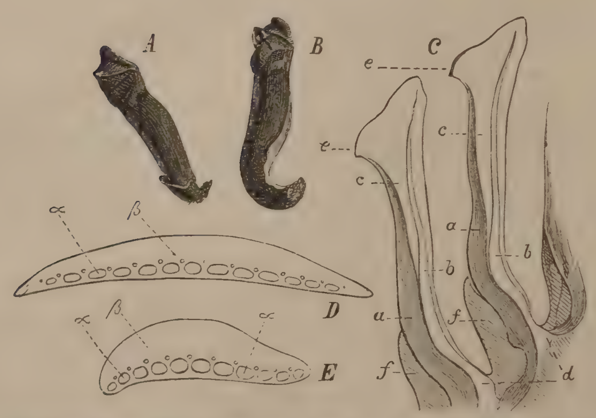


Fig. 81. Zapfenschuppen von Pinus uncinata Ramd. A am geöffneten, B am geschlossenen Zapfen. C Schematischer Längsschnitt durch zwei Zapfenschuppen: a Bastband; b Holzbündel; c Füllgewebe; d Holzfortsatz in der Spindel; e Apophyse. D Querschnitt durch die Schuppe in ihrem oberen Theile; E desgl. nahe der Basis: α Holzbündel; β Harzgänge.

Fruchtschuppe durchziehenden Holzbündeln (s. u.) alternirend von diesen nach außen liegen[1]) (Fig. 81 D und E), doch ist dieses Vorkommniß in den einzelnen Gattungen nach Zahl und Lage der Harzgänge modificirt.[2])

Gummibehälter. — In den Cycadeen, den Linden (Knospenschuppen, Nebenblättern, Rinde und Mark des Stammes), in der Rinde der Kirschbäume und anderer Amygdaleen, in Mandelkernen kommen intercellulare, mit Gummi erfüllte Hohlräume vor, welche ihr Dasein einem analogen Vorgange, wie die Harzzellen verdanken, nämlich einer Desorganisation von Zellwänden, welche der Gummimetamorphose verfallen. In den Knospenschuppen der Linde (Fig. 82)



Fig. 82. Gummigänge aus der Knospenschuppe der Linde: b Grenzzellen; c Seitenzellen des Ganges a.

sind schon im jugendlichen Zustande regelmäßige Gruppen dünnwandiger Zellen in das Parenchym eingebettet, deren Inhalt ein in Alkohol gerinnbares Gummi ist. Die Wände dieser Zellen verfallen im Fortschritt der Entwicklung der Gummimetamorphose; es bildet sich ein Gummibehälter, in welchem wohl einzelne Fragmente der zerstörten Membranen noch sichtbar sind (Fig. 82 a). — Auch in der Rinde, dem Mark und den Nebenblättern führt die Linde Gummibehälter. Die Gummiausscheidungen aus der Rinde der Kirschbäume nehmen ihren Ursprung aus Hohlräumen, welche durch Resorption eines abnormen parenchymatischen Gewebes entstehen, das hier und da zwischen den Holzzellen und Gefäßen auftritt

---

[1]) F. Nobbe, Handbuch der Samenkunde. Berlin 1876. S. 334.
[2]) T. F. Hanausek, über die Harzgänge in den Zapfenschuppen einiger Coniferen. Krems 1880.

und dessen Zellmembranen der Metamorphose in Gummi (Gummosis) unterliegen. Die Gummosis, hier ein pathologischer Prozeß, vermag, einmal eingeleitet, über den ursprünglichen Bildungsherd hinauszugreifen, und das Product aus Wundstellen auszufließen; sie kann auch im Cambium beginnen und sich von hier aus in den Holz- und Rindenkörper verbreiten[1]). Das Kirschgummi (Cerasin) der Kirschbäume ist von dem von Acacia Verec stammenden arabischen Gummi (Arabin) durch seine Unlöslichkeit in kaltem Wasser unterschieden. Die Gummitröpfchen mancher Pflaumenfrüchte stammen gleichfalls aus Hohlräumen, im Fruchtfleisch, welche der Gummosis des Weichbastes der Gefäßbündel ihren Ursprung verdanken (Grigorieff). Auch die Mandelsamen bieten hin und wieder die Erscheinung der Gummosis dar.

In den Saftgängen der Früchte von Hedera Helix L. ist dem Gummi ein ätherisches Oel beigemengt. In Rhus typhinum enthalten sie Milchsaft. Die Gummiharz- und Oelgänge der Umbelliferen — erstere in den Wurzeln, letztere in den Früchten — entstehen gleichfalls durch Auseinanderweichen mehrerer Zellen, welche nachträglich durch Theilung sich vermehrend, den Kanal umgeben und die von ihnen abgesonderte Flüssigkeit in denselben ergießen. Der ostindische Gummiguttbaum, Cambogia Morella Desv., liefert das Gummigutt, gleichfalls ein Gummiharz.

Mannichfache anderweite Intercellularräume in den verschiedensten Pflanzengattungen liefern technisch oder therapeutisch wichtige Producte: so stammt der Copal von Dammara australis, Vateria indica, Rhus copallinum; das Dammarharz von Dammara orientalis, der Weihrauch von Boswellia sp., das Benzoë von Styrax benzoin Dryand s. Benzoin officinale Hayne; der Peruvianische Balsam von Myroxylon sonsanatense, der Mastix von Pistacia Lentiscus L., die Myrrhe von Balsamodendron (Amyris) Kataf Kunth, das Galbanum (ein Gummiharz) von Bubon Galbanum L., der Mekka- oder Opobalbalsam von Balsamodendron gileadense Kunth, das Elemi von Amyris Plumieri und A. ceylonica, der Sandarac von Callitris quadrivalvis Vent.

Von den zusammengesetzten Organen der Pflanzen.

Bei den auf der niedrigsten Stufe der Entwickelung stehenden Kryptogamen (Algen, Flechten, Pilze) sind die drei Hauptarten des Pflanzengewebes noch nicht differenzirt; die Pflanzen bestehen ganz aus Grundgewebe ohne scharf abgesetztes Hautgewebe und bilden noch ein gleichartiges Ganzes, an welchen man Stengel und Blätter nicht unterscheiden kann. Bei den höheren kryptogamischen Gewächsen aber, von den Moosen aufwärts, sowie bei allen Phanerogamen treten die drei Gewebsarten: Hautgewebe, Grundgewebe, Fibrovasalstränge, gesondert auf, wenn auch bis-

[1]) P. Sorauer, Landw. Verf.-Stat. 15 (1872), 454.

weilen nur in der Axe, während die Blätter, wie bei den Laub- und Lebermoosen noch ganz aus Parenchym bestehen. Ueberall, wo die drei Pflanzengewebe getrennt auftreten, ist die Außenfläche der Pflanzen von einer Oberhaut bedeckt.

Oberhaut.

Die Oberhaut (Epidermis) stellt eine aus dem Hautgewebe gebildete selbstständige Membran dar, die sich mehr oder minder leicht abziehen läßt und in der Regel nicht nur alle äußeren Theile der Pflanzen überzieht, sondern sich selbst nach innen fortsetzt, und die durch das Zusammentreten gewisser Theile gebildeten Höhlen auskleidet. Sie wird, einmal zerstört, in der Regel nicht wieder ersetzt, und tritt in verschiedenen Formen auf, welche man früher (Schleiden) als Epithelium, Epiblema und als eigentliche Epidermis zu bezeichnen pflegte.

Unter Epithelium verstand man die aus sehr zartwandigen Zellen gebildete innere Auskleidung geschlossener Höhlen z. B. des Fruchtknotens, des Staubwegkanales, den Ueberzug der Stempelmündung, vieler Blumenblätter ꝛc. Zuweilen erscheinen hier die Oberhautzellen kegelförmig nach außen verlängert (häufig auf der Narbe), oder nur mehr oder weniger gewölbt (häufig auf der Oberfläche der Blumenblätter, welche dadurch ein sammtartiges Ansehen erhalten); man nannte dann das Epithelium drüsig (Epithelium papillosum), indem die einzelnen Zellen gleichsam kleine Wärzchen, Papillen (Papillae), bilden.

Als Epiblema wurde in der Hauptsache die Oberhaut der Wurzel und im Wasser lebender Pflanzentheile bezeichnet. Sie besteht aus etwas derbwandigeren Zellen, als das Epithelium, führt keine Spaltöffnungen, und dient vorzüglich zur Aufnahme flüssiger Stoffe von außen. Als besondere Merkmale wurden angegeben, daß das Epithelium und Epiblema nicht verkorken, sondern den Zellstoff ziemlich rein bewahren ꝛc. Indessen ist diese Unterscheidung neuerdings als nicht streng zutreffend resp. außerwesentlich aufgegeben worden.

Die Epidermis besteht meist aus sehr flachen, tafelförmigen, häufig mit ihren geschlängelten Seitenwandungen in einander greifenden, zuweilen aber auch aus cylindrischen oder prismatischen Zellen, welche später häufig Luft führen. Die Gestalt der Epidermiszellen ist in höherem Grade, als die der von ihnen bedeckten Gewebsarten, abhängig von der vorherrschenden Wachsthumsrichtung des von ihnen bedeckten Organs (Fig. 83). An breitwüchsigen Blättern erscheinen die Epidermiszellen meist polyedrisch mit welligem Umriß (Fig. 13), an langgedehnten Pflanzentheilen in die Länge gezogen (Fig. 17; 83). Ihre Größe an dem gleichnamigen Organe einer und derselben Pflanzenart variirt mit der Ausdehnung des Organs selbst, doch keineswegs immer in geradem Verhältniß, da auch die Anzahl der Zellen, in Abhängigkeit von den Vegetationsbedingungen, beträchtlichen Schwankungen unterliegt.

In der Regel wird die Oberhaut von einer Zellschicht gebildet, aus der sich manchmal späterhin, durch tangentiale Theilung, eine oder mehrere secundäre Zellschichten entwickeln, welche aus großen, mit wasserhellem Inhalt erfüllten Zellen

bestehen (Wassergewebe, Pfitzer[1])). Andere Verstärkungsschichten der Epidermis, wie das Hypoderma und Collenchym, stammen aus dem Grundgewebe.

Der Innenraum der Epidermiszellen führt selten Chlorophyll oder Stärke, häufig Farbstoff. Am constantesten tritt Stärke in den Schließzellen der Spaltöffnungen auf. Ihre Zellwände sind zumeist von sehr ungleicher Dicke, indem nur

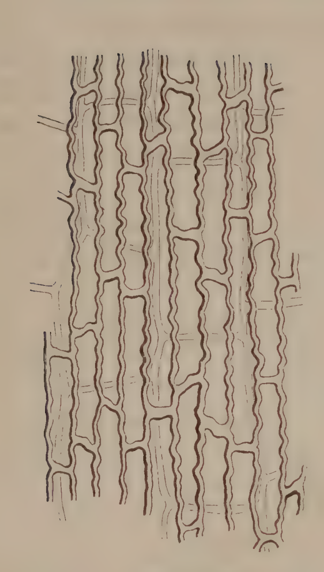


Fig. 83. Oberhautzellen des Blattes von Latania bourbonica mit darunter liegenden Parenchymzellen.

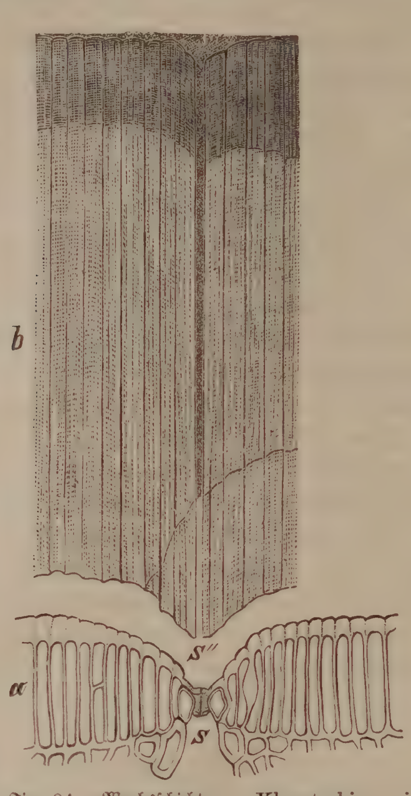


Fig. 84. Wachsschicht von Klopstockia cerifera (nach de Bary). a Epidermis; b ein Stück des Wachsüberzuges, auf a passend. S Spaltöffnung; S'—S'' ein zur Spaltöffnung führender Canal, bei S'' durchschnitten, oben, wo der Schnitt dicker ist, unversehrt und durch Luft und Pilzgehalt dunkel (Vgr. 116).

die nach außen belegene Wand, seltener die dieser entgegengesetzte innere, stark verdickt wird (Fig. 32). Die älteren Verdickungsschichten der Außenwände werden dann häufig chemisch verändert (cuticularisirt) und stellen die sogen. Cuticularschichten dar. Letztere sind oft mit Porenkanälen durchzogen. An mehrjährigen, lederartigen Blättern von Laubbäumen (Viscum, Ilex), an jungen Trieben (Rosa) sind die starken Außenwände der Epidermiszellen oft geschichtet, und diese

[1]) Jahrbuch für wissenschaftliche Botanik 7, 561. 8, 11.

Schichten vermehren sich mit dem Alter des Organes. Auch die bereits einseitig verdickten Epidermiszellen vermögen sich wohl noch zu theilen, worauf die nachfolgenden Verdickungsschichten gleichfalls eine Sonderung, in Accommodation an die Außenwände der Tochterzellen, erfahren (Fig. 38). An Knospenschuppen (Buche) erscheint die einseitig verdickte Außenmembran der Epidermiszellen wirklich verholzt[1]), eine sonst bei letzteren nicht gewöhnliche Erscheinung.

Die Cuticula tritt oftmals als ein feines, scheinbar continuirliches Häutchen auf, welches durch Jod und Schwefelsäure nicht blau, sondern gelb gefärbt wird. Bisweilen aber verdickt sie sich stärker, wodurch Höcker, Warzen und Knoten entstehen (Fig. 66B; 87c). Sie überzieht alle nicht durch Kork geschützten Theile der Pflanze, selbst die Haare und Spaltöffnungszellen, und dringt sogar in die unter diesen liegende Athemhöhle ein. Cuticula und Cuticularschichten hemmen die Verdunstung der Oberhaut, sowie die Aufnahme gasförmiger Stoffe aus der Atmosphäre. Häufig ist die an sich sehr widerstandsfähige Cuticula noch von wachsartigen Substanzen überzogen, denen sich Glyceride und Fettsäuren beimengen. Dieser Ueberzug tritt bald als eine zarte, die Fläche glatt und glänzend machende Schicht, bald in kleinen Körnchen als abwischbarer und sich erneuernder Reif (pruina)[2]) oder Mehl, bald als compacte, bis 5 mm starke Kruste auf, die vom Stamme der Andischen Wachspalme (Ceroxylon andicola H. B.[3]) und Klopstockia cerifera Karst) (Fig. 84), den Blättern der Carnauba-Palme (Copernicia cerifera Mart.) und den Früchten mehrerer Myrica-Arten sogar für den Handel gewonnen wird. Hierdurch wird die Oberhaut völlig undurchdringlich für Flüssigkeiten und selbst unnetzbar, indem Wasser davon, wie von einer fettigen Substanz, abläuft.

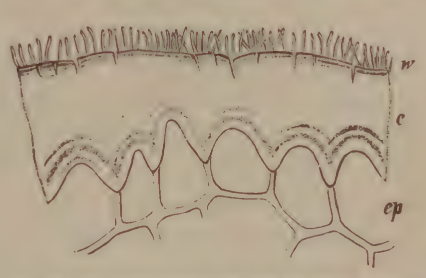


Fig. 85. Wachsschicht (w) von Acer striatum: c Cuticula; ep Epidermis (nach de Bary; Vgr. 600).

Manche Wachsüberzüge der Oberhaut nehmen die Form von Stäbchen an (Fig. 85), welche an ihrer Spitze oft gekrümmt sind. Diese „Stäbchenüberzüge" (de Bary)[4]) sind nach Wiesner[5]) krystallinischer Natur, auch die reifartigen Ueberzüge stellen Aggregate von Krystallen dar.

Bei Acer striatum treten, wie bekannt, an zwei- und mehrjährigen Zweigen

[1]) K. Mikosch, Sitzungsber. der Wiener Akademie der Wissensch. 1876.

[2]) Der scheinbar blaue Reif der Pflaumen, Wachholderbeeren und anderer „glauken" Früchte ist an sich farblos, und nur auf dunkler Unterlage, welche alle oder fast alle Lichtstrahlen absorbirt, wird erkennbar, daß derselbe die blauen Strahlen nicht durchläßt, sondern reflectirt. (Vgl. H. v. Mohl, Botanische Zeitung 1870, 425 ff.)

[3]) Das von den wolkenhohen, elfenbeinweißen Stämmen der Ceroxylon andicola abgeschabte Wachs wird in Bogota hauptsächlich zu Wachszündhölzchen verarbeitet.

[4]) A. de Bary, Ueber die Wachsüberzüge der Epidermis. Botanische Zeitung **29** (1871), S. 128 ff., ibid. 589 ff.

[5]) H. Wiesner, l. c. **34** (1876) S. 225.

und Aesten, sowie am Stamme, weiße Längsstreifen auf, welche gebildet werden aus feinkörnigen Wachsmassen. Letztere haben ihren Sitz an der Oberfläche feiner Längsrisse der sehr starken Cuticularschichten der Oberhautzellen. Diese Längsrisse treten auf, sobald das Dickenwachsthum des Zweiges beginnt. Bei der genannten Pflanze tritt erst nach einer Reihe von Jahren eine bedeutendere Korkbildung ein; die Epidermiszellen bleiben erhalten, dehnen sich und vermehren sich durch Theilung, dem Wachsthum des Zweiges entsprechend. An der Dehnung der Epidermiszellen nehmen aber nur die inneren Cuticularschichten Antheil, nicht die äußeren, welche demnach mechanisch auseinander gezerrt werden und in ihre so entstehenden Risse die aus der Cuticularschichte, in welcher die Wachsmolecüle in großer Dichtigkeit eingelagert waren, abgeschiedenen Wachskörnchen aufnehmen.

Bisweilen ist die Cuticula noch von einer spröden Wachsschicht überzogen, so an den Blättern von Coniferen (Biota).

Die Membran älterer Epidermiszellen ist häufig in so hohem Grade mit Kieselerde incrustirt, daß sich durch vorsichtiges (schwaches) Glühen der lufttrockenen Organe und nach Auflösung der anderweiten Aschenbestandtheile mittelst Salzsäure, ein Kieselskelett, als getreues Abbild der Epidermiszellen, gewinnen läßt. Ohne am Lebensprozeß activ betheiligt zu sein, bildet die Kieselsäure, indem sie in den peripherischen Verdunstungsorganen aufgespeichert wird, gewissermaßen einen schützenden Panzer. Die Brennhaare der Nesseln, Ulmen, Maulbeerblätter sind mit einer glatten verglasten Spitze versehen, welche in die Haut bei Berührung eindringt, abbricht und den Giftstoff (freie Ameisensäure) des zwiebelartigen Haargrundes abgiebt. Als besonders stark incrustirt mit Kieselsäure sind zu nennen die Blattepidermis von Pinus sylvestris, Lärche, Linde, Buche, Eiche, Hasel, Hainbuche, Platane, Kastanie, Pappel, Maulbeere. Die Festigkeit vieler welken Blätter und deren langsame Verwesung hängt wahrscheinlich mit dem großen Kieselsäuregehalt ihrer Oberhaut zusammen; doch hat ohne Zweifel auch die Wachsausscheidung ihren Antheil an dieser Erscheinung.

Sehr ausgezeichnet und von jedem anderen oberflächlichen Zellgewebe unterschieden ist die Epidermis durch die sich nach außen öffnenden, meist eigenthümlich gestalteten Mündungen der Intercellulargänge, welche man Spaltöffnungen (Stomata) nennt. Dieselben sind nur bei den niedrigsten Formen der schon mit einer Epidermis versehenen Kryptogamen (Marchantia, Salvinia) einfach, bei allen übrigen Pflanzen werden sie in der Regel von zwei halbmondförmigen, selten von vier neben und über einander stehenden Porenzellen, den Schließzellen, umschlossen, welche bald etwas hervorragen, bald mehr oder weniger vertieft in die Oberhaut eingesenkt, von den Nachbar-Epidermiszellen überragt werden. Die so gebildete Vertiefung heißt der Vorhof der Spalte (Fig. 86; 87; 39 v), weder dem Bau, noch dem Inhalte nach gleichen sie den Epidermiszellen. Gewöhnlich sind sie zartwandiger, kleiner, enthalten in der Regel von Chlorophyll umhüllte Stärke, wodurch sie sich mehr den gewöhnlichen Parenchymzellen nähern, und verholzen oder verkorken nie, wohl aber cuticularisirt ihre freie Oberfläche. Nach Kraus verholzen jedoch die Schließzellen bei Cycadeen.

Die **Entstehung** einer Spaltöffnung an einem jugendlichen Organ wird eingeleitet durch die vorbereitende Ausbildung einer Epidermiszelle zur Spaltöffnungs-**Mutterzelle**. Letztere theilt sich durch eine zur Oberfläche senkrechte Zellmembran in zwei Tochterzellen: die **Schließzellen** der Spaltöffnung. Die anfangs einfache Trennungslamelle der Schließzellen spaltet sich später in zwei

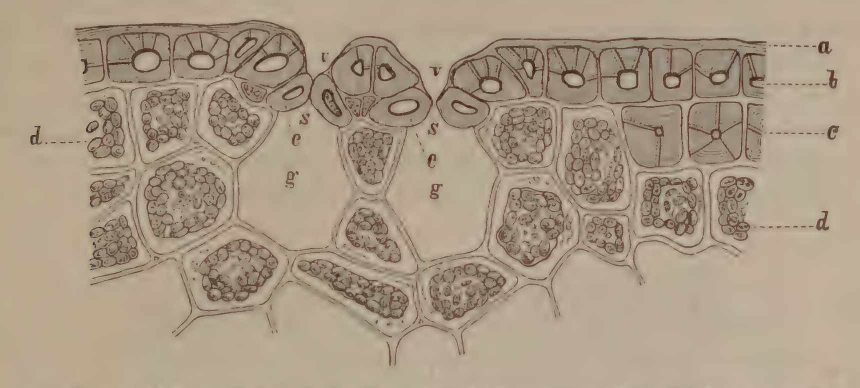


Fig. 86. Abies pectinata Dec. Zwei benachbarte Spaltöffnungen auf der Blatt-Unterseite. a Cuticula; b Epidermiszellen (mit Poren); c Hypodermzellen; d Chlorophyllzellen des Grundgewebes. v Vorhof der Spaltöffnung (s); e Schließzelle; g Athemhöhle (Vgr. 335).

Lamellen, welche in eigenthümlicher Weise auseinander treten und der Flächenansicht das Bild einer in der Mitte erweiterten **Spalte** darbieten. Dieser einfache Vorgang, wie er schon von H. v. Mohl[1]) bei manchen Monokotyledonen beobachtet wurde, unterliegt jedoch bei anderen Pflanzengattungen den mannichfaltigsten Abänderungen. Nicht selten erfahren auch die angrenzenden Epidermis-

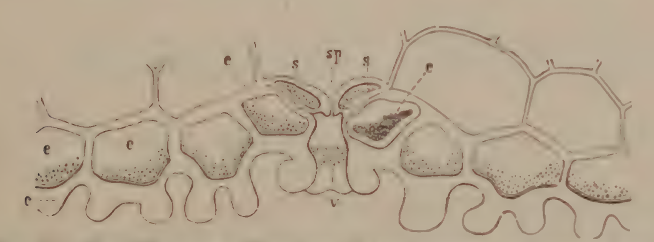


Fig. 87. Spaltöffnung am Blatte von Taxus baccata. c Cuticularknoten; v Vorhof der Spalte (sp); s Schließzellen; e Epidermiszellen.

zellen während der Bildung des Stoma eine Theilung in der Art, daß ein bestimmtes Lagerungsverhältniß der die Spaltöffnung umringenden, etwas abweichenden Zellen zu letzterer entsteht.

Die Spaltöffnungen stehen unmittelbar mit den Intercellulargängen in Verbindung; zunächst unter ihnen liegt eine Luftlücke, die sogenannte **Athemhöhle**,

---

[1]) H. v. Mohl, Vermischte Schriften botan. Inhalts. Tübingen 1845. S. 252.

in welche die mit Luft erfüllten Intercellulargänge des Parenchyms münden; deshalb trennt sich auch die Oberhaut um so leichter von dem darunter liegenden Zellgewebe, je mehr sie Spaltöffnungen hat. Sie sind am größten bei saftigen Pflanzen, am kleinsten bei lederartigen oder sehr zarten Blättern; liegen meist unregelmäßig zerstreut zwischen den Oberhautzellen, zuweilen aber auch in regelmäßigen Reihen (bei vielen Monokotyledonen und den Nadeln der Abietineen) (Fig. 88), oder gruppenweise in grubenförmigen Vertiefungen (Nerium), und finden sich besonders häufig auf dem Parenchym der Blätter, d. h. zwischen den Blattrippen (Fig. 19), in geringerer Zahl auch auf jungen Zweigen und einigen Organen der Blüthe und Frucht und selbst einiger Samen (bei den Laubmoosen nur an den Ansätzen der Borste), aber nie auf echten Wurzeln. Ihre Zahl ist im Allgemeinen sehr groß, und zwar auf einem bestimmten Raume um so größer, je

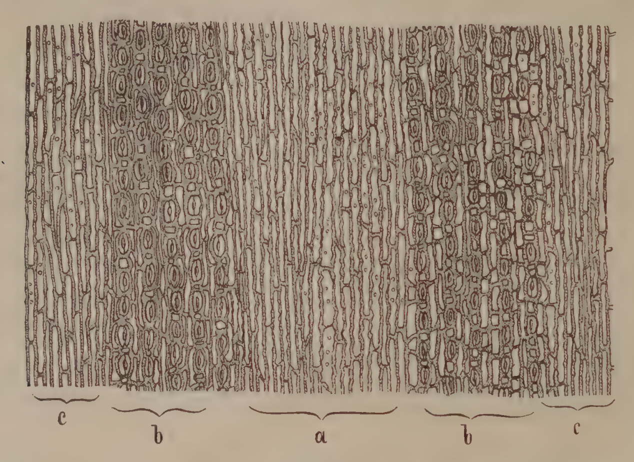


Fig. 88. Abies pectinata. Oberhaut der Blatt-Unterseite. a Mittelrippe; b Spaltöffnungsstreifen; c seitliche Epidermzellen (Vgr. 75).

kleiner sie selbst sind; das Blatt von Robinie hat z. B. auf einem Quadratmillimeter oben 0, unten 325 und mithin ein mittelgroßes Gesammtblatt im Ganzen etwa 6 Millionen Spaltöffnungen. Ein Blatt von Quercus cerris, Alnus glutinosa, Acer platanoides führt dagegen mehr als 2 Millionen Spaltöffnungen. Bisweilen ist ihre Zahl aber auch so klein, daß sich auf einem Quadratcentimeter kaum eine findet. Gewöhnlich haben sie ein nahezu constantes Verhältniß zu der Zahl der Blattzellen. Bei Alnus glutinosa, bei Fagus sylvatica kommt auf etwa zehn bis zwölf Epidermiszellen (der Unterseite) eine Spaltöffnung. Die meisten in der Luft wachsenden Blätter haben die Spaltöffnungen in größerer Zahl, wo nicht ausschließlich, auf der Unterseite, die auf dem Wasser schwimmenden Blätter, sowie die Keimblätter von Abies und die Nadeln von Juniperus nur auf der Oberseite, und den untergetauchten (Potamogeton, Myriophyllum) fehlen sie fast ganz; doch zeigen auch in diesem Falle diejenigen Theile der Pflanze, welche zu-

fällig der Luft ausgesetzt sind, zuweilen Spaltöffnungen in größerer Anzahl. Uebrigens fehlen sie auch einigen an der Luft wachsenden Pflanzen, wie Cuscuta, Monotropa und mehreren Orchideen (Corallorhiza, Epipogon), welchen die Fähigkeit zu assimiliren mangelt, entweder gänzlich, oder sind doch (Cuscuta) äußerst sporadisch vertheilt. — Die meist länglich runde, mit erhabenen Rändern versehene Spalte, welche die Schließzellen zwischen sich bilden, erscheint je nach der Turgescenz der Nachbar-Epidermiszellen periodisch enger und weiter, oder ganz geschlossen (Fig. 89). Das Licht bewirkt die Oeffnung, Dunkelheit die Schließung der benetzten Spaltöffnung. Stomata nicht grüner Theile sind immer geschlossen.[1]) Auch die Wärme und nach N. J. C. Müller eine gewisse Reizbarkeit für Induction elektrischer Ströme sind von Einfluß auf die Oeffnung und Schließung der Spalte. Die Spaltöffnungen dienen einestheils der Durchleuchtung, anderentheils der Durchlüftung der assimilirenden Zellen des Pflanzeninnern. Sie sind die Hauptwege der Transspiration. Die Epidermis beschränkt die Verdunstung, wie ein Versuch von L. Just mit Apfelfrüchten nachgewiesen, und würde dieselbe, besonders wenn sie mit starken Cuticularschichten versehen ist, ohne Vorhandensein der Spaltöffnungen fast ganz verhindern. Nassen Standort liebende Pflanzen scheinen in der Regel mehr Spaltöffnungen zu besitzen, als ihre Verwandten, welche trockenen Standort vorziehen. Auf 1 qmm eines ausgewachsenen Blattes fanden wir bei:

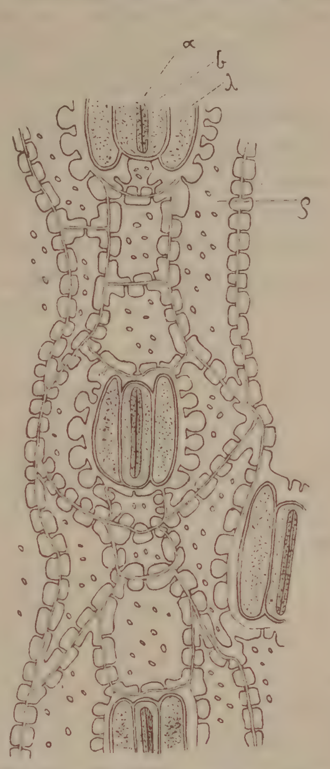


Fig. 89. Spaltöffnungen von Abies pectinata. α die Spalte; β Schließzelle; γ die diese überragende Epidermiszelle; δ poröse Oberhautzelle (Vgr. 335).

	Oberseite	Unterseite	Summa
Alnus glutinosa	0	275	275
„ incana	0	98	98
Nach Czech kommen ferner auf 1 qmm bei:			
Populus nigra	20	115	135
„ alba	0	315	315
Quercus pedunculata	0	228	228
„ coccinea (Wassereiche) .	0	368	368

Selbst die geschlossene Spalte ist nicht gänzlich unwegsam für Gase. Bei

[1]) Czech, Botanische Zeitung 27 (1869).

manchen Coniferen sind jedoch die Stomata fast ganz mit einem Häutchen von Harz überzogen, das man erst wegschmelzen muß, um sie deutlich zu erkennen, und welches sie selbstredend functionsunfähig macht. Daher das weißliche Ansehen der parallelen Streifen, in welchen die Spaltöffnungen bei den Fichten- und Tannennadeln angeordnet sind (Fig. 88b).

Eine Beziehung der Spaltöffnungen zur Kohlensäure-Assimilation ist noch nicht aufgefunden. Der Umstand, daß die Spalte im Lichte, zur Zeit der lebhaftesten Assimilation geöffnet, im Dunkeln geschlossen ist, läßt eine solche Beziehung nicht nothwendig erschließen, da auch die Transspiration im Lichte weitaus lebhafter von Statten geht. Boussingault fand in sehr exacten Versuchen (s. u.), daß die Oberseite von Blättern des Kirschlorbeer (Prunus laurocerasus) u. a., welche wenig oder keine Spaltöffnungen besitzt, eine dreifach größere Menge Kohlensäure zersetzte, als unter gleichen Umständen die spaltöffnungsreiche Unterseite.

Anhangs-Bildungen der Oberhaut.

Unter den appendiculären Bildungen der Oberhaut versteht man verschiedene aus Zellen bestehende Gebilde, welche sich theils über die Oberfläche erheben, theils auch in dieselbe eingesenkt sind. Es gehören hierher die Haare oder Trichome.

Ein Trichom ist ein aus einzelnen oberflächlichen Zellen — der Epidermis resp. den Theilungen derselben — hervorgehendes Gebilde, sei es ein eigentliches Haar, eine Borste, Warze, manche Stacheln. Es können sich jedoch späterhin, oder auch von vornherein, die Zellen des Periblems an der Bildung des Trichoms betheiligen. Im letzteren Falle nennen wir das Gebilde Emergenz. Sie treten über die Oberfläche hervor, müssen aber keineswegs langgezogen (haarförmig) gestaltet sein, sondern haben die verschiedenste Gestalt. Die meisten Pflanzen führen mehr als eine Form von Haaren. Aus einer Epidermiszelle geht die Anlage der Stacheln von Rubus Idaeus und der einfachen knotigen Haare von Aesculus hippocastanum hervor. Aus dem Periblem entspringt die Anlage der Stacheln von Rosa pimpinellifolia, Ribes grossularia, die Blattdrüsen von Drosera, die Stacheln des Fruchtknotens von Aesculus hippocastanum. Letztere führen im ausgewachsenen Zustande Fibrovasalstränge und bilden dadurch einen Uebergang der Stacheln zu den Phyllomen und Caulomen, während die erstgenannten drei dieser Gruppe der Fibrovasalstränge entbehren.

Durch die Behaarung wird das Ansehen der Pflanzenoberfläche sehr verändert. Kahl oder glatt (glaber) wird die Oberfläche genannt, wenn sie haarlos ist, haarig (pilosus), wenn die Haare ziemlich einzeln stehen, lang und weich sind, zottig (villosus), wenn die Haare weich und zahlreich sind, und dabei bald anliegen, bald abstehen, flaumhaarig (pubescens), wenn die Haare zart sind und nicht gedrängt stehen, rauhhaarig (hirsutus), wenn sie lang, steif und zahlreich sind, borstenhaarig (hispidus, hirtus), wenn sie straff und nicht anliegend sind, wollig (lanatus), wenn die Haare lang, weich, anliegend, gebogen sind und ein-

ander durchkreuzen, **filzig** (tomentosus), wenn sie lang, kraus und durcheinander gewirrt sind (Rubus idaeus, Blattunterseite), **sammthaarig** (holosericeus) wenn die Behaarung aus kurzen, dicht gedrängten und geraden Elementen besteht (Salix holosericea). Die Haare befinden sich gewöhnlich auf den äußeren Oberflächen der Organe, sie pflegen dichter zu stehen auf den Rippen der Blätter und an **jungen**, noch unerwachsenen Organen, seltener im Inneren geschlossener Höhlen. Sie sind häufiger auf der unteren, als oberen Blattfläche, in größerer Menge an Pflanzenindividuen derselben Art, die einen trockenen Standort haben, während sie sich mehr verlieren, wenn man dieselben Pflanzen auf einen feuchten Standort bringt; auch den Fettpflanzen fehlen sie nicht gänzlich; nur selten kommen sie an Pflanzen und Organen vor, die unter Wasser stehen. Ihrer äußeren Bildung nach unterscheidet man **gewöhnliche Haare** und **Köpfchenhaare**. Erstere sind entweder **einfach** (Pili simplices), d. h. sie bestehen aus einer einzigen Zelle, oder **zusammengesetzt**, mit **Scheidewänden versehene Haare** (Pili compositi), die aus mehreren über einander liegenden Zellen bestehen.

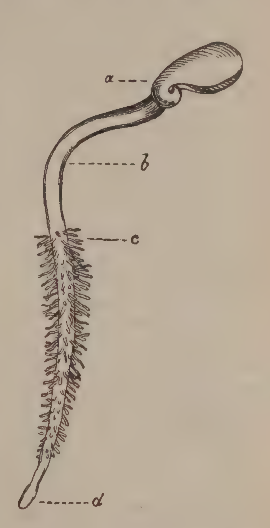


Fig. 90. Wurzelhaare am Medicago sativa. a Kotyledonen; b hypokotyles Glied, an der Spitze gewunden; c Grenze der Wurzel; d Wurzelhaube.

Papillen nennt man die meist nicht bedeutenden Erhebungen einzelner hierfür prädisponirter Oberhautzellen, welche den Sammetglanz mancher Blumenblätter bedingen. Zu den **einzelligen** Trichomen gehören die **Wurzelhaare** der Phanerogamen. An den Moosen sind die „Rhizoïden" oft mehrzellig und verästelt, mit starken cuticularisirten Zellmembranen. Für die Wurzelhaare von Marchantia (Brutknospen des Thallus) wurde von **Pfeffer**[1]) beobachtet, daß ihre Entwicklung (aus besonderen hyalinen Zellen) abhängig ist von der Beleuchtung und von der Schwerkraft. Die Zenithseite entwickelt **keine** Wurzelhaare, es sei denn, daß sie in dauernder Berührung stehe mit einem festen Körper (nicht mit Wasser), wodurch die Schwerkraft also paralysirt zu werden vermag. Sie entstehen centripetal in variabler Entfernung (1—20 mm) von der Wurzelspitze als paraboloidische Ausstülpungen einer Epidermiszelle (Fig. 17), oft so dicht (Fig. 90), daß wir auf dem Raume eines Quadratmillimeters bis mehr als 70 Haare gezählt haben, und da sie zugleich sich rasch und bedeutend zu strecken vermögen[2]) (bei Triticum im Durchschnitt zu 2—3 mm, bei Polygonum zu 3—5 mm Länge), so vermehren sie die aufnehmende Wurzelfläche nicht selten um das Fünffache (Fig. 91). Die tiefstreichenden Wurzeln der Holzgewächse haben im Allgemeinen eine weit kürzere, oft nur papillenartige

[1]) Arbeiten des botan. Instituts zu Würzburg, herausgeg. von Prof. Dr. J. Sachs, 1871. I. Heft.

[2]) Der Vorgang der Streckung des Wurzelhaares dauert in der Regel nicht länger, als das Längswachsthum des betreffenden Wurzelabschnitts, und umfaßt oft nur wenige Millimeter der Wurzelare. Auch sind die Wurzelhaare von kurzer Dauer und werden mit der Epidermis abgeworfen.

Behaarung, als die der Kräuter und Sträucher. Bei Quercus, Robinia, Amorpha, Ailanthus sind die Wurzelhaare ca. 0,1—0,2 mm, bei Laburnum ca. 0,2—0,3 mm lang. An der Erle ist die Behaarung der Wurzeln dichter, und die Länge des einzelnen Haares beträgt 0,5—0,8 mm. Manchen Coniferen fehlen mit der echten

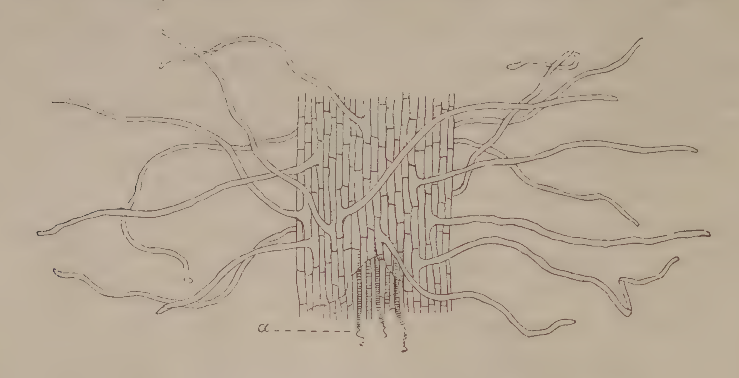


Fig. 91. Wurzelstück von Triticum mit Haaren. a Gefäße.



Fig. 92. Samenhaare von Gossypium arboreum. a Fruchtstand in $1/2$ nat. Gr.; b Same nat. Gr., dicht behaart; c desgl. durchschnitten; d Embryo stärker vgr.

Epidermis auch die Wurzelhaare (Thuja, Sequoia, Araucaria[1])), bei anderen (Pinus) sind sie durch einzelne langgezogene Periblema=Zellen vertreten, oder nur sporadisch gehäuft (Larix). Zahlreiche Haare besitzt die Wurzel von Taxus.

Aestige Haare (Pili ramosi) sind aus mehreren in verschiedenen Richtungen abstehenden Zellen gebildet (Ribes nigrum). Der abwischbare Filz des Platanenblattes besteht aus 0,25—0,33 mm langen, stark verästelten Haaren (Fig. 93), welche, auf die Schleimhäute, ins Auge ꝛc. gelangt, heftige Entzündungen erzeugen. Sternförmig (Pili stellati) nennt man kurzgestielte Haare mit strahlig ausgebreiteten Aesten (Fig. 94).

Schüppchen (Lepides) sind kurzgestielte mehrzellige Haare mit einem scheibenförmigen Knöpfchen. Spreuartige Haare (Pili paleacei) sind hart, trocken und besonders am Grunde zu einer Schuppe erweitert.

Außerdem sind die Haare entweder stehenbleibend (P. persistentes) oder

[1]) E. Straßburger, Die Coniferen und Gnetaceen. Jena, 1872. 343.

hinfällig (P. caduci). Haare, welche weder Flüssigkeit ausscheiden, noch Köpfchen tragen, werden lymphatische Haare (P. lymphatici [Fig. 92]) genannt; Sammelhaare (P. collectores) sind einfache, die Stempelmündung umgebende Haare, welche dazu bestimmt zu sein scheinen, den Blüthenstaub aufzusammeln; bei den Campanulaceen verschwindet deren Inhalt zu einer bestimmten Zeit, ohne durch Luft ersetzt zu werden, so daß dieselben dadurch zum Theil in ihre eigene Höhle hineingezogen werden.

Brennhaare (P. urentes) sind an der Basis dünnwandige und kolbige, nach oben dickwandigere, steife Zellen, die entweder in eine kieselscharfe Spitze, oder in ein (bei Loasa und Urtica) zur Seite gebogenes Knöpfchen auslaufen, und an der

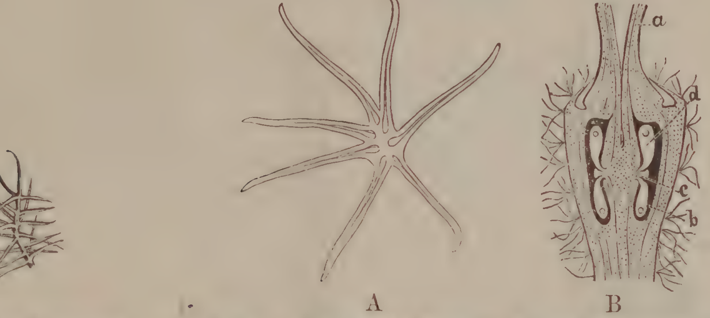


Fig. 93. Stark verästeltes Blatthaar von Platanus. (Vgr. 75).

Fig. 94. A Isolirtes Sternhaar von der Blattunterseite von Castanea vesca. B Sternhaare am Fruchtknoten von Halesia tetraptera. a Stengel; b Fruchtknotenhöhle; c Samenträger; d Samenknospe mit Ovulum.

verdickten Basis von mehreren dem Grundgewebe angehörenden, Chlorophyll führenden Zellen umschlossen sind. Sie enthalten häufig einen ätzenden Stoff — Ameisensäure bei den Brennnesseln —, welcher auf der Haut ein Brennen oder Blasen verursacht. Da die Membran der Brennhaare stark verkieselt ist, bricht die Spitze auf leichte Berührung ab, und wird durch den Gegendruck ein mikroskopisches Gifttröpfchen in die Wunde gepreßt. Brennhaare tropischer Pflanzen bringen weit heftigere Giftwirkungen hervor. Die meisten erregen aber nur ein Jucken in der Haut, indem sich die sehr spitzen Haare leicht von der Oberhaut ablösen und in der Haut stecken bleiben.

Borsten (Setae) und Häkchen sind einfache, steife, dickwandige und stechende Zellen (Fig. 95).

Stacheln (Aculei) sind aus einer oder vielen hartwandigen Zellen zusammengesetzte, scharf zugespitzte Fortsetzungen der Oberhaut. Man unterscheidet, je nach ihrem Ursprunge, Dermatogenstacheln und Periblemstacheln (Emergenzen), und nach ihrem morphologischen Charakter Trichomstacheln und Phyllomstacheln. In beiden Richtungen finden sich Uebergangsbildungen in großer Zahl. Mehrzellige Epidermis-Trichomstacheln trägt Rubus in sehr verschiedenen Formen und Ueber-

gängen zu gewöhnlichen und Köpfchenhaaren (Fig. 96). Periblemstacheln tragen Rosa (Fig. 97), Ribes, Aralia spinosa (Fig. 44), Smilax (Fig. 98 β), Acacia horrida, Aesculus (Fruchtkapsel [Fig. 99]). An Rubus Hofmeisteri lassen sich fünf differente Formen von Anhangsgebilden unterscheiden[1]): 1. an der Basis rothe, an der Spitze grüne Stacheln, welche mit elliptischem Grunde aufsitzend der Epidermis entstammen; 2. große Köpfchenhaare, oft von der Größe kleiner Stacheln, welche in ihrer ersten Entwicklung mit den vorerwähnten Stacheln nahezu übereinstimmen; 3. kleine Köpfchenhaare mit rothem Inhalt; 4. sehr zarte und vergängliche Haare mit traubenförmigen Köpfchen auf einem aus einer Zellreihe gebildeten Stiele (nur an den jüngsten Organen); 5. gabelförmig verzweigte Borstenhaare. Die Stacheln an der Fruchtschale von Aesculus (Fig. 99) sind streng genommen Phyllomstacheln; sie führen Gefäßbündel, Chlorophyll, Spaltöffnungen und einzelne ein-

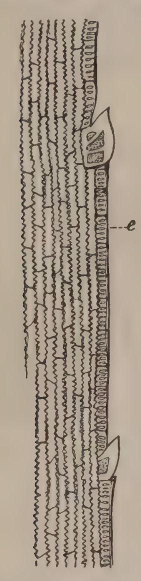


Fig. 95. Aufgerichtete Häkchen am Blattrande von Pinus Strobus, das untere aus einer, das obere aus drei Zellen gebildet. e Epidermis.



Fig. 96. Mehrzellige Dermatogen-Trichomstacheln verschiedener Entwicklungsstufen, untermischt mit Köpfchenhaaren an Rubus fruticosus. a Nebenblätter.

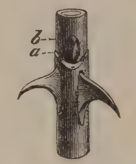
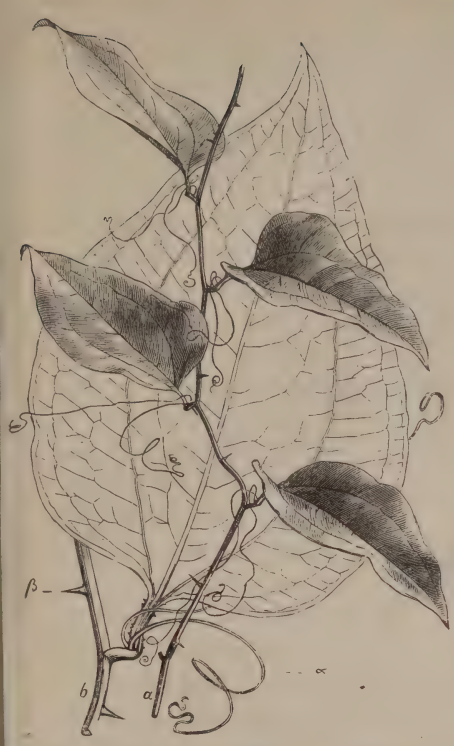


Fig. 97. Periblemstacheln von Rosa arvensis. a Blattspur mit 3 Gefäßbündeln; b Winterknospe.

fache Haare mit Cuticularknoten. An ihrer Entwicklung betheiligen sich zwei oder drei Zelllagen des Periblems durch Längs- und Quertheilungen ihrer stark vergrößerten Zellen. Die Zellen des den so gebildeten Höcker überkleidenden Dermatogens theilen sich sodann gleichfalls durch radial gestellte Scheidewände (Fig. 100 a u. b). Den Zelltheilungen folgt eine bedeutende Längsstreckung der Zellen, zunächst an der Spitze des jungen Stachels, woselbst auch die Theilungsfähigkeit zuerst erlischt. Bei Robinia sind die zwei Nebenblätter zu Stacheln geworden (Fig. 101). Phyllomstacheln finden sich ferner an Ilex (Fig. 102), Berberis (Fig. 103); jeder Theil des Blattes kann stachlig werden. Die Entwick-

[1]) O. Uhlworm, Botanische Zeitung **23** (1873).



ig. 98. Smilax rotundifolia. a gekrümmter weig (nat. Gr.); b etwas vergrößert, mit Blattstielranken und Stacheln (β).



Fig. 99. Aesculus hippocastanum, Fruchtkapsel mit Phyllomstacheln. a verkümmerter, b ausgebildeter Same.

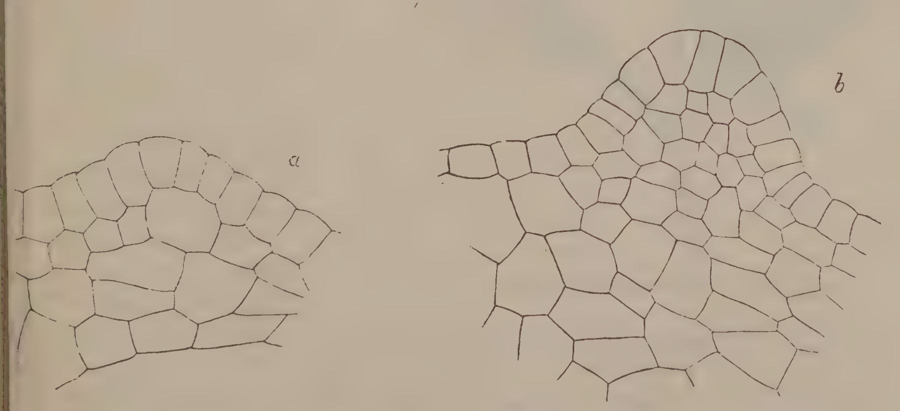


Fig. 100. Entwicklung des jungen Stachels von Aesculus hippocastanum im Periblema (nach Uhlworm, Vgr. 240).

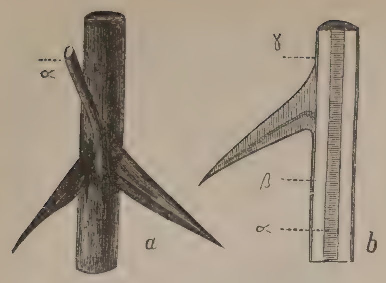


Fig. 101. a Zweigstück (nat. Gr.) mit Phyllom-Peridermstacheln von Robinia pseudacacia: a Blattstiel; b Längsschnitt: α Mark; β Holzkörper; γ Rinde.

lungsfolge der Dermatogenstacheln von Rubus Hofmeisteri durch fortgesetzte Zelltheilungen wird durch Fig. 104 a—f und g veranschaulicht.

Warzen (Verrucae) sind stumpfe Vorsprünge aus erhärtetem Zellgewebe.

Die Köpfchenhaare sind von den gewöhnlichen Haaren dadurch unterschieden, daß sie an ihrer Spitze ein kugliges oder ellipsoidisches, bald einzelliges, bald zusammengesetztes Köpfchen tragen. Das Köpfchen pflegt als Inhalt ätherisches Oel, Fett, Harz, Gerbstoff, Zucker, Stärke, Chlorophyll oder Krystalle zu führen. Als Beispiel eines äußerst complicirt aufgebauten, verzweigten Köpfchenhaares dienen die an den Blattstielen und Nebenblättern der Stachelbeere (Ribes grossularia) auftretenden Formen, welche ursprünglich aus einer Epidermiszelle, unter späterer Mitbetheiligung der subepidermoidalen Parenchymschichten gebildet wird.



Fig. 102. Phyllomstacheln von Ilex horrida.



Fig. 103. Phyllomstacheln von Berberis vulgaris.

Die gestielten Köpfchen der Drosera-Arten, welche durch Darwin[1]) neuerdings als reizbar bewegliche, Insecten fesselnde Ernährungsorgane unter einen besonderen Gesichtspunkt gebracht worden, gehören den Emergenzen an. Sie entspringen im Grundgewebe des Blattes, und es tritt ein Gefäßbündel in sie ein.

Drüsen. — Die Drüsen (Glandulae) sind theils den Zellenzwischenräumen beizuzählen und nur gestaltlich von den eigentlichen Intercellulargängen unterschieden

[1]) Insectivorous Plants &c.

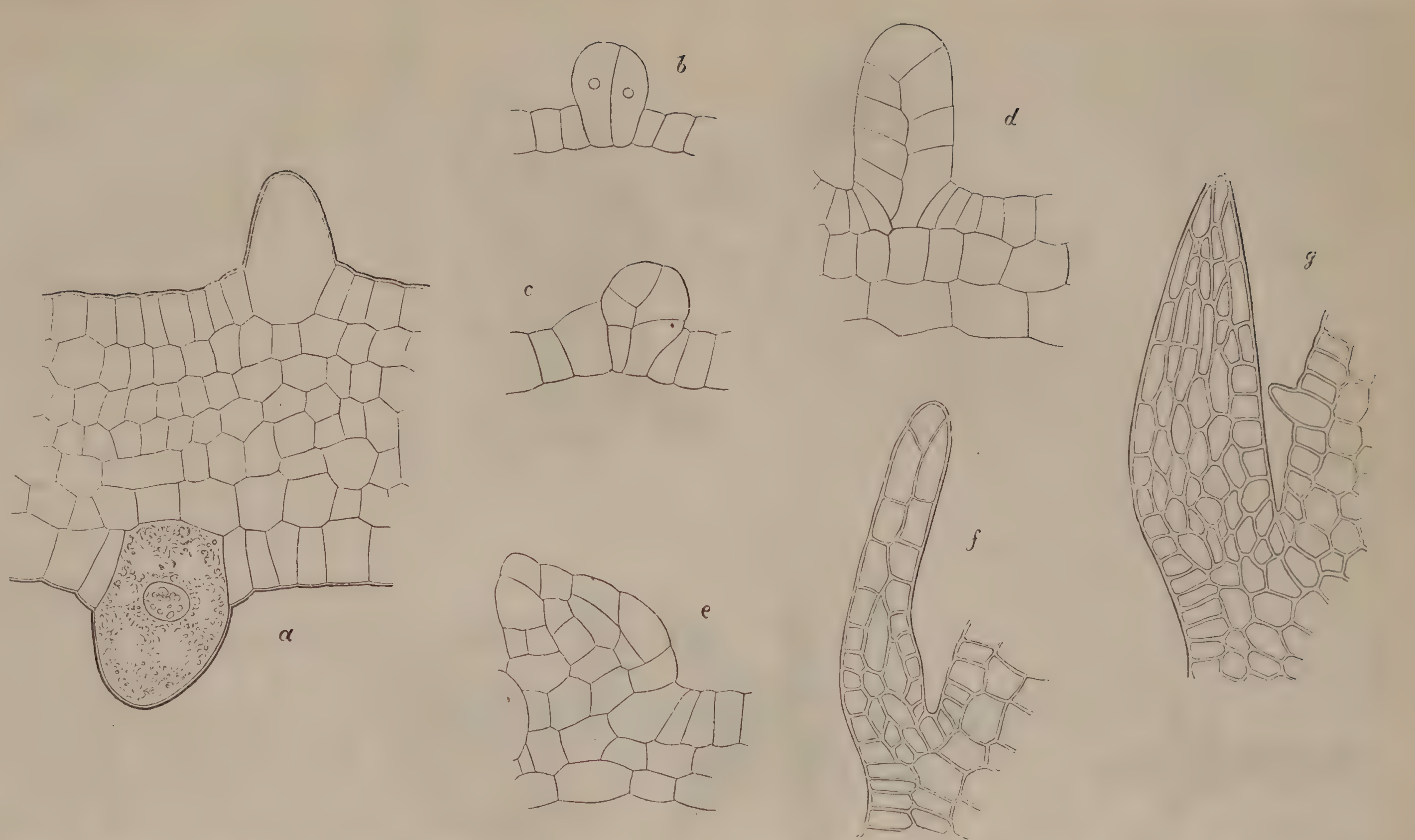


Fig. 104. a—f Entwicklung der Stacheln an den Internodien von Rubus Hofmeisteri; g älterer Stachel von Rubus, die oberen Zellen bereits gestreckt (nach Uhlworm, Vgr. a—e 500; f, g 250).

(die verkürzten Harzdrüsen am Blattrücken von Thuja ꝛc.); theils sind sie Hohlräume, welche durch Resorption von Zellgewebe entstehen; theils endlich bestehen sie aus einzelnen Zellen (einfache Drüsen) oder Zellcomplexen (zusammengesetzte Drüsen), welche der Absonderung (Secretion) bestimmter Stoffe (Gummi, Zucker, flüchtiger Duftstoffe, fetter Oele, Bitterstoffe ꝛc.) dienen und diese entweder in besonderen Höhlungen zwischen sich zurückhalten oder auch nach außen ausscheiden. Finden sich die Drüsen im Innern des Pflanzenkörpers, wenn auch bisweilen



Fig. 105. Blatt von Ailanthus glandulosa mit Excretionsdrüsen a $1/4$ nat. Gr.; β Blattspur und Knospe; γ Drüse, je 1—2 auf jeder Blattunterseite am Ende einer Blattader; b Blattzipfel vgr.



Fig. 106. Drosera rotundifolia. a Pflanze in $1/2$ nat. Gr.; b Blatt in doppelter Größe, die Drüsenhaare in natürlicher Lage; c Blatt mit gefangenem Insect.

durch Oberhautpapillen äußerlich sichtbar angedeutet, so heißen sie innere Drüsen; sind sie an der Außenfläche oder deren Anhängen: Drüsenhaaren, Stacheln ꝛc. situirt: äußere Drüsen.

Einfache innere Drüsen enthält das Parenchym des Blumenblattes von Magnolia fusca; sie sondern hier ein ätherisches, angenehm duftendes Oel ab. Die Drüsen in der Rinde von Ptelea trifoliata, in den Blättern von Myrtus communis secerniren gleichfalls ein ätherisches Oel. Zusammengesetzt sind die inneren Drüsen im Blumenblatt der Pomeranze, in der Citronenschale ꝛc., welche durch Verflüssigung bestimmter Gewebe, also den Gummibehältern der Linde analog, ent=

stehen. Einen Uebergang zu den äußeren Drüsen bilden die ungestielten zusammengesetzten inneren Drüsen an den Blattzähnen von Ailanthus glandulosa (Fig. 105), welche einen Zuckersaft, sowie an der Innenfläche des Blattstielschlauches von Nepenthes (Fig. 108), welche in reichlichen Wassermengen kleine Mengen mineralischer und organischer Substanz aussondern. Die Blattzähne überhaupt sind im Knospenzustande häufig von biologischer Bedeutung als Schleim oder Harze absondernde Organe, welche die Wasseranziehung erhöhen und das junge Blatt frisch erhalten.

Die äußeren Drüsen sind entweder gestielt oder ungestielt. Erstere bilden das köpfchenförmige Ende entweder eines Haares, indem ihr Stiel, gleich diesem,



Fig. 107. Colleteren an den Knospenblättern (β) von Syringa. α Vegetationskegel.

Fig. 108. Nepenthes destillatoria. a Blattstiel; b Lamina, Deckel der Kanne c ($^1/_2$ nat. Gr.).

in der Epidermis des Organs seinen Ursprung nimmt; oder das Drüsenköpfchen sitzt einer tiefer entspringenden Emergenz auf (Drosera, Fig. 106). Zusammengesetzte, gestielte äußere Drüsen tragen die Blätter von Ailanthus glandulosa, Rosen, Rubus, wo sie mit Stacheln untermischt (Fig. 96) den Uebergang zu letzteren bilden.

Eine besondere Form drüsenartiger Gebilde sind die Zotten oder Glandeln (Colleteren, Hanstein[1])), welche an den Knospenblättern der Syringe (Fig. 107), Roßkastanie, Erle, Hasel, Platane, des Hollunder, Schneeball, der Hainbuche,

---

[1]) J. Hanstein, über die Organe der Harz- und Schleim-Absonderung in den Laubknospen. Botanische Zeitung 26 (1868), S. 697.

Ostrya, Ribes sanguineum, Lonicera coerulea ɾc. eine klebrige Substanz, Knospenleim (Blastocolla, Hanstein) absondern. Das Secret der Colleteren ist meistens ein Gemenge aus Harz (Balsam) und Gummischleim; es überzieht die Knospen, schützt sie gegen zu starke Wasserverdunstung, erhöht die Turgescenz und begünstigt damit die Entfaltung der Knospentheile. Die Colleteren sind Haargebilde; sie entwickeln sich aus einzelnen Epidermiszellen, vorzugsweise an den Neben- und Vorblättern, seltener an den Laubblättern der Knospen; bestehen meist aus zuleitenden Stielzellen und fächerförmigen, zu einem Kopf geordneten Zellen.

Die Organe, welche die Colleteren tragen, oder letztere selbst, sind meist hinfällig. Den Colleteren in ihrer Function analog sind die röthlichen fleischigen



Fig. 109. Betula verrucosa. A Blatt und Stengel mit Harzdrüsen; B Querschnitt durch ein Blattstück mit Drüsen verschiedener Entwicklungsstufen (Vgr. 75).



Fig. 110. Reife Harzdrüse vom Blatte von Betula verrucosa, von der Fläche gesehen (Vgr. 335).

Warzen am Blattstiel von Prunus avium, welche im vertrockneten Zustande bis zum Blattabfall beharren, die „Harzdrüsen" der Blätter und jungen Zweige von Betula alba (Fig. 109; 110), welche die Betuloresinsäure $C_{36}H_{66}O_5$ ausscheiden.

Bei allen höheren Pflanzen nimmt man eine Trennung des Pflanzenkörpers in eine Axe (Caulom) und in seitliche Anhänge derselben: Blätter (Phyllome), wahr. Den Körper der Algen, Pilze und Flechten, an denen Axe und Blatt nicht zu unterscheiden, nennt man schlechthin Thallom, die Pflanzen selbst Thalluspflanzen (Thallophyta)[1]), im Gegensatz zu den Blätter und Wurzeln

[1]) Von θαλλός, Zweig, Sprößling.

erzeugenden Samenpflanzen (Kormophyta)[1]). Sowohl die Stammaxe als die Wurzelaxe vermögen Haargebilde (Trichome) zu erzeugen. Blattbildung unterhalb des freien Vegetationspunktes d. h. der äußersten fortbildungsfähigen Spitze eines Organes ist der Hauptcharakter des Stammes; ein von einer Gewebeschichte (der Wurzelhaube, Kalyptra)[2]) bedeckter Vegetationspunkt ohne Blattbildung unter demselben ist das Hauptkriterium der Wurzel; das gänzliche Fehlen eines Vegetationspunktes an der Spitze eines Pflanzenorganes deutet stets auf Blattnatur. Stengel und Wurzel verzweigen sich oft mannigfach, und sie selbst sowohl, als auch ihre Verzweigungen, entstehen und verlängern sich nur durch Knospen.

Knospe nennt man die embryonale Anlage oder den jüngsten Entwicklungszustand einer Stammaxe mit noch ungestreckten oder die Streckung kaum beginnenden Stengelgliedern (Internodien) und noch unausgebildeten Blattanlagen. Die Knospe bildet entweder den Anfang einer neuen oder das entwicklungsfähige Ende einer schon vorhandenen Axe, sie erscheint bei ihrer Entstehung als eine aus Urparenchym gebildete kegelförmige Erhebung, in welche bei der weiteren Ausbildung die Gefäßbündel der betreffenden Axe (Endknospen), oder Zweige derselben (Blattachsel- und Adventivknospen) eintreten. Die Anlage der Achselknospe tritt früher, als das zugehörige Blatt, an der Spitze der Vegetationsaxe sichtbar hervor. In der späteren Entwicklung aber eilen alsdann die Blattanlagen in der Regel der Knospenaxe voran, und in Folge dieses rascheren Wachsthums der jungen Blätter, namentlich auf ihrer Rückseite, muß schließlich die Vegetationsspitze von ersteren überwölbt und eingeschlossen werden (Winterknospen [Fig. 107]). Jedoch wird auch die wachsende Spitze der Stengelaxe, soweit ihre Glieder noch nicht oder wenig gestreckt sind, als Knospe bezeichnet. Die blattlose, von der Kalyptra bedeckte Vegetationsspitze der Wurzel hat man wohl auch „Wurzelknospe" genannt. An der Spitze der Stengel und ihrer Zweige, sowie in den Achseln der Blätter sind fast regelmäßig Stammknospen (Terminal- und Axillarknospen) vorhanden, von denen jene das Längenwachsthum, diese die Verzweigung vermitteln. Diese an bestimmten Stellen der Pflanze auftretenden Knospen liegen stets frei, da sie unter der Spitze des Pflanzentheiles, welchem sie angehören, von dem vorschreitenden Vegetationskegel erzeugt werden. Außer ihnen können aber auch an anderen Stellen, selbst an Blättern und Wurzeln, unter günstigen Umständen Knospen entstehen, welche zum Unterschiede von den vorigen Neben- oder Adventivknospen genannt werden. Bei den Gefäßpflanzen entstehen die Adventivknospen stets unter der Rinde, also endogen, aus Gewebemassen, welche an Gefäßbündel oder an den Holzkörper unmittelbar (nach außen) angrenzen.

Die Blätter oder seitlichen Anhänge des Stengels erscheinen in mehrfachen Modificationen, dienen verschiedenen Functionen und kommen in successiven Perioden des Pflanzenlebens zum Vorschein. In der ersten Periode oder der des Grünens entwickeln sich neben Wurzel und Stengel die Laubblätter, welche

---

[1]) Von κορμος, Scheit, Klotz.
[2]) καλήπτρα, Decke, Schleier.

drei Bildungen die Fundamental- oder Ernährungsorgane der Gewächse darstellen; in der zweiten, der des Blühens, entwickeln sich zugleich Blüthenblätter mit den Befruchtungsorganen, welche die Bildung des Samen, und dadurch die Erhaltung der Art, vorbereiten; in der dritten Periode endlich, der des Reifens, werden die während des Blühens entstandenen Organe theilweise weiter verändert und zur Frucht und zum Samen umgebildet. Die Blüthenorgane sind hinsichtlich ihrer Organisation nicht wesentlich von dem Stengel und den Laubblättern unterschieden, sondern nur als Modificationen derselben zu betrachten; sie dienen aber zur Reproduction der Art, während die Ernährungsorgane nur der Erhaltung und Fortbildung des Individuums dienen.

Diese verschiedenen Organe sind jedoch nur bei den phanerogamischen Gewächsen deutlich vorhanden, bei den kryptogamischen sind die Organe, welche die Stelle der eigentlichen Blüthen und Früchte vertreten, wesentlich anders gebildet, und da auch Wurzel, Stengel und Blätter bei den bloß aus Zellen bestehenden Pflanzen nicht unterschieden werden, müssen beide Pflanzengruppen bezüglich der zusammengesetzten Organe gesondert betrachtet werden.

Die Wurzel der Phanerogamen.

Wurzel (Radix) ist jede Axe einer Gefäßpflanze, deren Vegetationspunkt nach vorn und seitlich von einem Mantel von Dauerzellen, der Wurzelhaube (Kalyptra), umhüllt ist, und welche nirgend Blattanlagen (wohl aber Haargebilde) zeigt. Es kann daher ein unterirdischer Pflanzentheil, welcher Blattnarben oder gar noch rudimentäre Blätter trägt, wenn diese nicht einer besonderen an ihm entstandenen Adventivknospe angehören, nie eine Wurzel sein. — Die Wurzel hat im Allgemeinen das „geotropische" Bestreben, nach unten zu wachsen; sie befestigt die Pflanze an dem Boden und nimmt aus diesem Mineralstoffe und Wasser auf. Ihre Wachsthumsrichtung ist der des Stengels entgegengesetzt. Die unter dem Einfluß der Schwerkraft dicht hinter der Wurzelhaube ausgeführten Krümmungen werden begünstigt durch eine gewisse Plasticität der Wurzelspitze (Hofmeister), resp. durch ein stärkeres Wachsthum der Zellen an der Oberseite der Wurzel (Frank). Sie wird nie von einer wahren Epidermis mit Cuticula bedeckt, hat im Innern nur wenig Mark, wird selten grün. Die Bildung, namentlich die Consistenz, Stärke und Dauer der Wurzel, sowie die Zahl, Ausbreitung und Richtung ihrer Verzweigungen werden bei einer und derselben Pflanzenart mannigfach durch den Standort modificirt; die Gesammtheit dieser Verhältnisse nennt man die Bewurzelung der Pflanze, welche auf die Dauer, das Wachsthum und sonstige Verhältnisse der oberirdischen Theile von entschiedenem Einflusse, und im Allgemeinen immer da am üppigsten ist, wo der Boden die zuträglichste Nahrung bietet. Von hervorragendem Einfluß in dieser Beziehung ist ein geschichteter Boden und jedwede Art der Localisirung der Nährstoffe im Boden[1]), sowie auch die größere

[1]) Vgl. F. Nobbe: Ueber die feinere Verästelung der Pflanzenwurzel. Landw. Versuchs-Stationen 6 (1864), 212.

Sturmfestigkeit tiefwurzelnder Bäume illusorisch wird auf sumpfigem oder Boden mit saurem Untergrunde.

Bei den Dikotyledonen kann man in der ersten Entwicklung der Pflanze stets eine Hauptwurzel, als die scheinbar directe Fortsetzung des Stengels, wahrnehmen, welche Haupt- oder Pfahlwurzel (Radix palaris) genannt wird. In der That nimmt freilich das schon im Samen vorhandene embryonale Würzelchen (Radicula) seinen Ursprung im Zellgewebe der embryonalen Stammaxe, von dem das Würzelchen in einer mehr oder minder starken Schicht umschlossen wird. Dieses Zellgewebe des Stengels durchbrechend, verlängert sich das Würzelchen bei der Keimung unmittelbar zur echten „Pfahlwurzel“ (Fig. 111). Die Hauptwurzel stirbt jedoch



Fig. 111. Picea vulgaris, Fichte im Keimungszustande. a zeitiges Stadium: α Samenhülle; β Endosperm; γ die heraus- und zur Seite gedrängte Kernwarze; δ Radicula. — a' Dasselbe in natürlicher Größe. — b etwas späteres Stadium: α—δ wie bei a; ε vorgeschobener Endospermrest. — c Keimpflänzchen, im Begriff die Hülle (α) abzustreifen: γ hypokotyles Stammglied; δ Endospermrest; ε Würzelchen. — e Kotyledonen (β bei f vergrößert) befreit: α Knospe; γ hypokotyles Glied; δ und ε wie bei c. — h und h' abnorme Keimung in Folge verkehrter Embryolage im Samen.

häufig, nachdem sie sich verzweigt hat, von der Spitze her ab, während ihre Zweige sich weit ausdehnen, und bisweilen auch statt derselben an der Basis des Stengels oder an unterirdischen Stengeln und selbst an oberirdischen Theilen Wurzeln hervorbrechen, welche man Stamm-Adventivwurzeln (Rad. adventitiae) nennt. Die stärkeren seitlichen, nahe an der Oberfläche des Bodens hinlaufenden Verzweigungen der Hauptwurzel werden Thauwurzeln genannt; ebenso nennt man aber auch bei fehlender Pfahlwurzel die am unteren Ende des Stammes entspringenden starken Adventivwurzeln. In der Jugend kann die Pfahlwurzel in der

Regel ohne erhebliche Gefahr verletzt werden, weil sich dann die Thauwurzeln statt ihrer noch ausbreiten können, später aber zieht eine bedeutende Verletzung derselben oder Mangel an Nahrung häufig den Tod der Pflanze nach sich. Daher sterben Bäume, deren Pfahlwurzel in Erdschichten kommt, die zu ihrer Nahrung nicht geeignet sind, so häufig ab, oder werden wenigstens gipfeldürr, und deshalb sucht man, wo die Schichte der Dammerde nur seicht ist, die Ausbildung der Pfahlwurzel durch Abschneiden derselben in der Jugend oder durch öfteres Versetzen der Pflanzen zu verhindern, dagegen die stärkere Entwickelung der Thauwurzeln durch Erhöhung des Bodens um den Stamm herum zu befördern; allein es scheint dieses Verfahren immerhin auch nachtheilig auf den Höhenwuchs einzuwirken, indem so behandelte Pflanzen, z. B. junge Eichen, nicht nur im Höhenwuchs zurückbleiben, sondern sich auch mehr verästeln auf Kosten des Hauptstammes.

Ist die Pfahlwurzel angeschwollen, so nennt man sie spindelförmig (R. fusiformis) oder rübenförmig (R. napiformis); bei rundlicher Form knollig (R. tuberosa) z. B. Georginen; ist sie nicht angeschwollen, so ist sie fadenförmig (R. filiformis), knotig (R. nodosa) ꝛc.; ist die Hauptwurzel zerstört oder nicht zu unterscheiden, und sind die Seitenverzweigungen, Wurzelfasern (Fibrillae) zahlreich, so nennt man sie faserig (R. fibrosa); und sind die Fasern von Strecke zu Strecke knollig angeschwollen, rosenkranzförmig (R. moniliformis) ꝛc. Ferner ist die Wurzel bald einfach (R. simplex), bald ästig (R. ramosa) und nach der Consistenz bald fleischig (R. carnea), bald holzig (R. lignosa). Die verschiedenen Anschwellungen der Wurzel sind immer Wucherungen des Grundgewebes, in welchem Stärkmehl und verwandte Stoffe aufgehäuft sind, die den Pflanzen zu gewissen Zeiten, namentlich, wenn sie sich zum Blühen anschicken, zur Nahrung dienen, und daher wieder aus dem Zellgewebe verschwinden, weshalb fleischige und angeschwollene Wurzeln später oft „pelzig" werden. (Aehnliche Anschwellungen findet man auch an unterirdischen [Kartoffel] und selbst oberirdischen Stengeln [Kohlrabe]).

Bei den Monokotyledonen geht der Stengel nicht unmittelbar in die Wurzel über, sondern schließt vielmehr am Grunde mit einem fortbildungsfähigen Gewebe, dem Keimlager, ab, aus welchem beim Keimen die ersten Wurzeln entspringen. Es verlängert sich daher das Würzelchen des Keimes nicht unmittelbar zur Wurzel, sondern es brechen aus demselben eine (Palmen und die meisten Wiesengräser) oder mehrere Wurzeln (bei Secale, Triticum fünf bis sechs) hervor, so daß eine eigentliche Pfahlwurzel fehlt. Diese direct dem Samen der Monokotyledonen entsprossenden Wurzeln, welche man „Primordialwurzeln" nennen kann, verzweigen sich bis zur dritten bis fünften Ordnung, sterben aber zuerst ab und sind als Ernährungsorgane von untergeordneter Bedeutung gegenüber den Stammadventivwurzeln, welche späterhin aus den unteren Knoten der Stammaxe in großer Zahl hervorbrechen (Büschelwurzeln, R. fasciculares; Kronwurzeln der Gräser). Die Primordial- und unteren Stammadventivwurzeln mancher Palmen Süd- und Mittel-Amerika's sterben allmählig ab, und der Stamm, dessen Basis gleichfalls zu Grunde geht, wird alsdann getragen durch

Adventivwurzeln, welche ein zeltartiges, mehrere Meter hohes Gerüst bilden und in den Boden gedrungen sind, den 20—25 m hohen Baum ernährend.[1])

Nebenwurzeln. — Da die Verästelung der Wurzel in der Regel nur durch adventive Bildungen erfolgt, welche vor den Gefäßbündeln im Pericambium entstehen (Fig. 112), so treten die Nebenwurzeln, an den Keimpflanzen deutlich, in geraden Zeilen oder Orthostichen hervor, entsprechend der auf dem Querschnitt der Hauptwurzel zu beobachtenden Zahl der Gefäßbündel. An der Keimwurzel der Tanne, des Götterbaumes (Ailanthus) beträgt die Anzahl der Orthostichen zwei, an der der Fichte, des Ahorn vier, der Wallnuß vier oder sechs. Die Wurzeln dritter und höherer Ordnungen stimmen mit denen der zweiten Ordnung in ihrer Anordnung überein.



Fig. 112. Wurzelquerschnitt durch Nigella damascena. a Oberhaut mit Haaren; b Rindenparenchym; c Gefäßbündelscheide; d Gefäßbündel und Procambium, aus welchem eine Nebenwurzel entspringt.

Jede Wurzel kann so lange Zweige entwickeln, als ihr Verdickungsring lebensthätig ist, und da dies bei den Dikotyledonen dauernd der Fall ist, so kann man bei diesen auch an einer und derselben Wurzel Zweige finden, welche in der Nähe des Markes entspringen und den Holzring durchsetzen, andere, welche im Holzringe selbst ihren Anfang nehmen, und wieder andere, welche vom Cambium ausgehen; bei den Monokotyledonen dagegen, deren Verdickungsring bald unthätig wird, können sich nur die jugendlichen Theile der Wurzel verzweigen.

Die Menge der aus einer Orthostiche auf gegebener Länge entspringenden Nebenwurzeln, d. i. der Reichthum der Verästelung, ist abhängig von der Anwesenheit der zusagenden Nährstoffe in der Umgebung der Wurzel, während die Configuration des Gesammtwurzelsystems durch mechanische Bodenbeschaffenheit und

[1]) Reissek: Die Palmen. 1861. S. 10.

durch das zufällige Vorhandensein wurzeltödtender Substanzen wesentlich beeinflußt wird. Der reichere Boden erzeugt das reichere Wurzelsystem; in einem armen, namentlich stickstoffarmen Boden erreichen die Wurzelfasern eine beträchtliche Länge bei sehr spärlicher Verästelung.

Es werden in der Regel im ersten Lebensjahre der Bäume nur drei bis vier Wurzelordnungen erzeugt, selten erscheint die fünfte Ordnung, und dann stets nur in vereinzelten Fasern, vertreten. Jede folgende Vegetationsperiode erzeugt im Allgemeinen eine neue Wurzelordnung. Nur nach dem Absterben einer Wurzelfaser pflegen eine oder mehrere Ersatzfasern der nächstfolgenden Ordnung die Rolle der verlorenen aufzunehmen, in welchem Falle mithin das Wurzelsystem eine Faserordnung mehr aufweist. Die Baumwurzeln büßen alljährlich zahllose Wurzelfasern durch den Angriff natürlicher Wirkungen und Feinde ein. Es werden weit mehr Keime auch hier angelegt, als zur Entwicklung gelangen können.



Fig. 113. Ersatzwurzeln an Fichten, dicht oberhalb der abgestorbenen Fasern; bei α knollenförmig angeschwollene Neuwurzel (vgr.).

Ersatzwurzeln abgestorbener oder sonstwie verlorener Wurzeläste pflegen dicht oberhalb der ursprünglichen Organe resp. der Schnittfläche hervorzubrechen. An einer mit verschnittener Pfahlwurzel eingesetzten Keimpflanze von Fagus sylvatica hatten sich, in einem zu Tharand ausgeführten Versuche, unmittelbar über der Schnittfläche sieben Ersatzwurzeln gebildet, deren jede, nach Maßgabe der Zahl der Wurzelordnungen, die Stelle der fehlenden Hauptwurzel einnahm. Fig. 113 zeigt einen Fichtenwurzelast, über dessen größtentheils vertrockneten Nebenwurzeln je eine kräftige, durch üppige Parenchym-Entwicklung oft knollenförmig angeschwollene Ersatzwurzel (α) hervorgetrieben ist.

Ueberhaupt verlängern sich manchmal die Verzweigungen der Wurzel nur wenig, schwellen dagegen an, und bilden so mehr oder weniger bedeutende Hervorragungen längs der Wurzel, oder geben, wenn sie sich selbst wieder verzweigen, zu knollenartigen Bildungen Veranlassung.

Von praktischer Bedeutung ist die hochverschiedene Bewurzelungskraft der Gewächse. Sie bekundet sich durch die in einem gegebenen Zeitraum unter gleichen Standortsverhältnissen gebildete Anzahl, Verbreitung und Länge der Wurzelfasern. Die aufnehmende Wurzelfläche einer Holzart ist im Allgemeinen weit größer, als angenommen zu werden pflegt, selbst auf felsiger Unterlage, in welche auch stärkere Wurzelfasern viele Meter tief, unter eventuell beträchtlichen Abplattungen (Fig. 114; 115), einzudringen vermögen. Aus einer verschiedenen Wurzelkraft finden manche Erscheinungen der forstlichen Praxis ihre richtige Deutung. Wenn z. B. die Kiefer auf sterilem Sandboden, welcher der Tanne und Fichte

nicht zusagt, freudig gedeiht, so erklärt sich dies nicht aus irgend einer „Genügsamkeit“ der Kiefer, sondern daraus, daß deren Hauptwurzel schon im ersten Jahre nahezu einen Meter tief in den Sandboden einzudringen vermag, die Fichte und Tanne unter absolut gleichen Versuchsbedingungen nur $^1/_3$ m (Fig. 116). Zugleich erzeugt die junge Kiefer fünf Wurzelordnungen (die Fichte vier, die Tanne



Fig. 114. Fig. 115.
Quercus pedunculata. Wurzeldeformitäten durch Accommodation an Felsboden. ($^1/_2$ nat. Gr.).

drei) und eine 24 mal größere Anzahl von Wurzelfasern, sowie eine 8 mal größere aufnehmende Wurzelfläche, als die Tanne, und übertrifft die Fichte in den gleichen Beziehungen um das Zwölf- resp. Fünffache.[1]) Auch die Eiche und Buche ver-

[1]) Sechs Monate nach der Aussaat besaß die Kiefer 3135 Wurzelfasern in einer Gesammtlänge von 12 m, die Fichte 253 Fasern von zusammen 2 m und die Tanne 134 Fasern von 1 m Gesammtlänge. Die Oberfläche sämmtlicher Wurzelfasern (unter Berücksichtigung der Mittelstärke der Fasern jeder Ordnung) betrug bei Pinus sylvestris 20513 qmm, bei Picea vulgaris 4153, bei

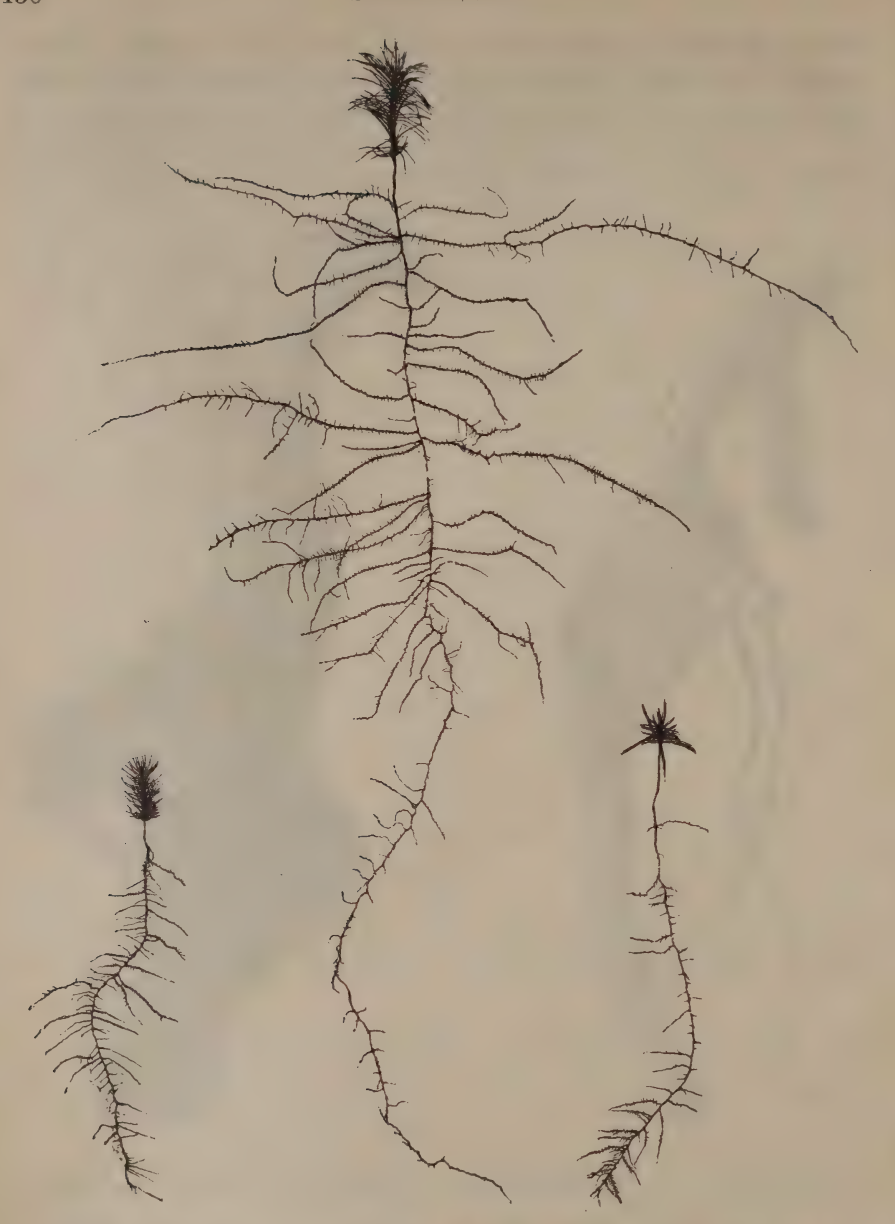


Fig. 116. Sechs Monate alter Wurzelkörper der Fichte (links), der Tanne (rechts) und der Kiefer, gebildet unter absolut gleichen Wachsthumsbedingungen in gedüngtem Sande (nach photographischer Aufnahme in $^1/_5$ nat. Gr.)

Abies pectinata 2452 qmm. (Vgl. F. Nobbe, Tharander forstl. Jahrb. 1875, Bd. XXV, S. 201.) Wesentlich bedeutender noch ist das Wurzelvermögen einjähriger Culturpflanzen. So wurden an einer Weizenpflanze 67000 Wurzelfasern erster bis fünfter Ordnung gezählt und gemessen. Ihre Totallänge betrug 520 m! (Vgl. F. Nobbe, Landw. Vers.-Stat. **11** [1867]).

mögen bereits im ersten Lebensjahre, wie Tharander Versuche bewiesen, ein reich verzweigtes Wurzelsystem mit einer Pfahlwurzel von fast einem Meter Länge zu erzeugen.

An manchen Holzgewächsen beobachtet man ausnahmsweise eine Gabelung

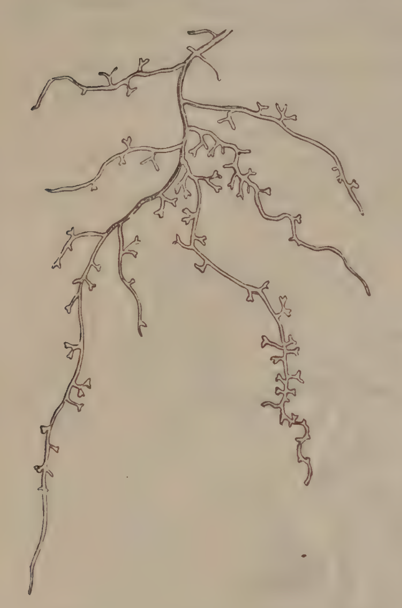


Fig. 117. Dichotome Wurzeln von Pinus sylvestris (nat. Gr.)



Fig. 118. Dichotomische Wurzelhaufen von Alnus glutinosa.



Fig. 119. Nodositäten an den Wurzeln von Vitis vinifera, verursacht durch Phylloxera vastatrix (nat. Gr.)

einzelner Wurzelspitzen. Die Erscheinung ist Regel bei gewissen Gefäßkryptogamen. Sämmtliche Kiefernarten (Fig. 117), sowie Alnus glutinosa (Fig. 118) sind zu diesen auf einer Theilung des Vegetationspunktes beruhenden, an der Spitze des Pleroms beginnenden echten Verzweigungen disponirt. In der Regel finden sich im Periblem dichotomirter Wurzeln parasitische Pilzfäden.[1]) Ob letztere die Gabelung verursachen, wäre nur durch Infectionsversuche zweifellos zu entscheiden; für die Hirschtrüffel (Elaphomyces granulatus), welche auf Kiefernwurzeln schmarotzt, ist ein solcher Zusammenhang durch M. Reeß in hohem Grade wahrscheinlich gemacht worden.[2])

[1]) H. Bruchmann: Ueber Anlage und Wachsthum der Wurzeln von Lykopodium und Isoëtes. Jena 1874. — J. Reinke, Morphologische Abhandlungen. Leipzig 1873. S. 12.

[2]) Ueber den Parasitismus von Elaphomyces granulatus. Erlangen 1880.

Thatsache ist, daß Dichotomie bei Phanerogamen nur sporadisch auftritt und vom Standort nicht unabhängig zu sein scheint.[1]) Sofern den dichotomirten Wurzelfasern nur eine schwache Längsstreckung eigen ist, entstehen, namentlich an den Wurzeln der Erle, bisweilen bis faustgroße Auswüchse, gebildet aus wiederholt gabelspaltigen, gehäuften Wurzelfasern (Fig. 118). Diese Anschwellungen sind nicht zu verwechseln mit den maserigen Wurzelknollen der Erle, deren Bildung durch den Pilz Schinzia Alni Woronin angeregt, oder mit den Nodositäten der Wurzeln des Weinstocks, welche durch die Reblaus erzeugt (Fig. 119) das sicherste Kennzeichen der Anwesenheit dieses Insects bilden.

Die Wurzeln vieler Papilionaceen — Robinia (Fig. 120), Caragana, Amorpha, Colutea (Fig. 121) ꝛc. —, fast allgemein verbreiteten Wurzelknöllchen,



Fig. 120. Wurzelknollen an Robinia pseud-acacia (nat. Gr.).

sind, wie Erikson nachweist[2]), nicht Wurzeln, sondern durch Pilzhyphen veranlaßte Bildungen. Sie entstehen weder in dem Pericambium, gleich den echten Wurzeln, noch streng akropetal: an den jüngsten Partien der Wurzeln fehlen die Knöllchen; sondern sie sind, trotz ihrer großen Verbreitung, das abnorme Product einer Zellwucherung der innersten Rindenschichten, welche erst später auch das Pericambium ergreift, und finden sich außerdem nur an den Stellen, wo die Hyphen eines nachweislich von Außen eingedrungenen Pilzes sich verbreiten. Sie sitzen hauptsächlich an den seichtliegenden Wurzeln, sind meist für die betr. Pflanzenspecies charakteristisch gestaltet, bei Robinia z. B. etwas abweichend von Colutea,

[1]) An den in Wassercultur oder in reinem Quarzsand mit Nährstofflösung erzogenen Kiefernpflanzen haben wir Gabelung niemals beobachtet, sehr häufig dagegen an den im Forstgarten zu Tharand erzogenen Kiefern aller Species.

[2]) Jac. Erikson, Studier öfver Leguminosernas rotknöler (Studien über die Wurzelknollen der Leguminosen). Lund 1874.

und bisweilen mit Neigung zur Dichotomie begabt (Fig. 120; 121) und bestehen nur aus großen zarten Zellen. Von einer halb abgestorbenen, abblätternden Hülle (Wurzelhaube) umkleidet, besitzen sie die überraschende Auffaugungskraft der Wurzelfasern überhaupt, so daß sie, in vollständig eingeschrumpftem Zustande in's Wasser gelegt, in kürzester Zeit strotzend anschwellen, und daher besonders in regen=



Fig. 121. Wurzelknollen an Colutea arborescens (nat. Gr.)

armen aber thaureichen Gegenden und auf sehr lockerem Boden gewiß wesentlich zum Gedeihen der Pflanzen beitragen.

Hinsichtlich des anatomischen Baues ist die Wurzel nicht wesentlich von der zugehörigen Stammaxe verschieden, aber einfacher. Das Mark ist gering und schwindet meist, namentlich bei den Dikotyledonen, mehr oder weniger durch eine

centripetale Entwickelung der Gefäßbündel. Die Gefäßbündel bestehen vorzüglich aus porösen und gestreiften Gefäßen, welche von langgestreckten Zellen umgeben sind, oder nur aus Tüpfelzellen, wie bei den Nadelhölzern, und bilden einen vollkommenen Kreis, indem sie bald dicht an einander schließen und nur von Markstrahlen durchsetzt werden, bald aber auch vereinzelt stehen und größere Zwischenräume zwischen sich lassen; nur in seltenen Fällen ist bei gänzlichem Mangel des Markes ein einfaches centrales Gefäßbündel vorhanden (Cicuta virosa). Die Holzzellen der Nadelholzwurzel führen nicht selten zwei Reihen von Hoftüpfeln an einer Zellwand. Bei den Laubhölzern findet sich im Wurzelholze auch Holzparenchym, namentlich bei der Eiche, in welchem im Winter Stärkmehl abgelagert ist. In den Wurzeln des Weinstocks läßt sich das Stärkmehl (und Raphiden) 2—3 m weit vom Stamm entfernt verfolgen. Die Markstrahlen sind oft stark entwickelt, so daß sie z. B. in der Wurzel der Stieleiche ½ mm breit und häufig 2,5 cm lang werden. Auch die Rinde ist nicht selten mächtig entwickelt und enthält zuweilen Bastbündel, Milchsaftgefäße, Gummiharz- und Milchsaftgänge. Sie ist äußerlich von „Epiblema" umgeben, welches aber meist bald durch Korkbildung verdrängt wird und daher in der Regel auf die diesjährigen Wurzelsprossen beschränkt bleibt. Das thätige Bildungsgewebe (Urmeristem) der Wurzelspitzen liegt nicht unmittelbar terminal, sondern mehr oder weniger tief eingesenkt unter ältere Zellenschichten, die Wurzelhaube (Kalyptra).

Bei den Dikotyledonen läßt das Urmeristem der Wurzelspitze wesentlich vier Haupttypen unterscheiden. Entweder ist ein allen primären Geweben der Wurzel gemeinsames Meristem vorhanden (Cupuliferen, Acerineen, Moreen, manche Leguminosen ꝛc.), oder es sind zwei gesonderte Bildungsgewebe vorhanden, ein äußeres: „Periblema" und ein inneres: „Pleroma". Den bildungsthätigen Gipfel des Pleroms bildet nicht eine Scheitelzelle, wie bei den Gefäßkryptogamen, sondern eine Gruppe von „Scheitelzellen" oder „Initialen" (Fig. 124 in). Das Periblem nimmt nun entweder (zweiter Typus) nach der Spitze hin, wo es das Plerom überwölbt, an Zahl der Zellreihen zu und erzeugt — wie bei den Gymnospermen — durch tangentiale, akropetale und centripetale Theilungen die Kalyptra und die Rinde; eine säulenförmige Anordnung der inneren Periblemzellen (Fig. 124 s) reicht bei einigen Gattungen bis zur Spitze der Wurzelhaube. Oder (dritter Typus) das Periblem nimmt nach der Spitze hin numerisch an Zellreihen ab und erzeugt die primäre Rinde, die Epidermis der Rinde, sowie die Wurzelhaube. Ein vierter Typus endlich weist außer den genannten beiden Zellgeweben noch ein drittes: das Dermatogen (Hanstein) oder Dermakalyptrogen (Erikson) auf. Der Pleromkörper erzeugt in diesem Falle weiter aufwärts das Mark und Gefäßstränge; das außerhalb dieser Gefäße liegende Parenchym des Pleromkörpers nennt man Procambium. Das Periblem erzeugt die primäre Rinde, das Dermakalyptrogen die Epidermis und die Kalyptra.

Die Wurzelhaube bildet einen paraboloidischen Mantel um den Vegetationspunkt der Wurzel (Fig. 122 a), oder sie besteht (bei den Abietineen ꝛc.) aus einer centralen Periblem-Säule (Fig. 123 α und 124 s), und einem um diese gruppirten

System von Kappen (k). Die äußersten Zellen der Kalyptra werden durch gallertartiges Aufquellen der Zellwände allmählig abgelockert, quellen mächtig auf, indem ihre Inhaltsbestandtheile (bei den Coniferen sind besonders die Säulenzellen der Kalyptra reich an Stärkmehl) aufgelöst und in stark endosmotische gummöse Substanzen umgebildet werden, und zerplatzen endlich, der nachrückenden Vegetationsspitze Raum schaffend. Der biologische Werth der Kalyptra als Bahnbrecher für die vorschreitende Wurzelspitze ist nicht leicht zu überschätzen. Ohne dieses Zerplatzen ihrer Zellen würde der Schutz, welchen sie daneben den von ihr umhüllten

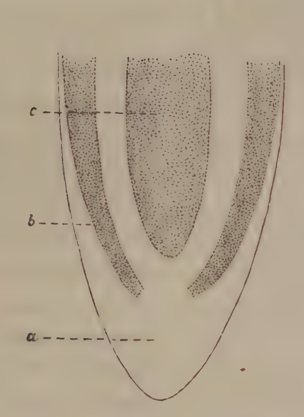


Fig. 122. Wurzelspitze von Quercus rubra im Längsschnitt: a Haube; b Periblema; c Pleroma.

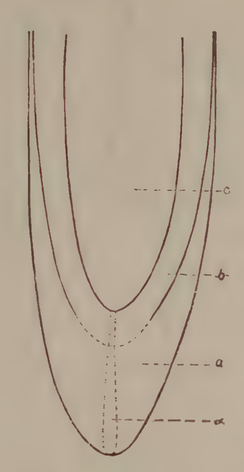
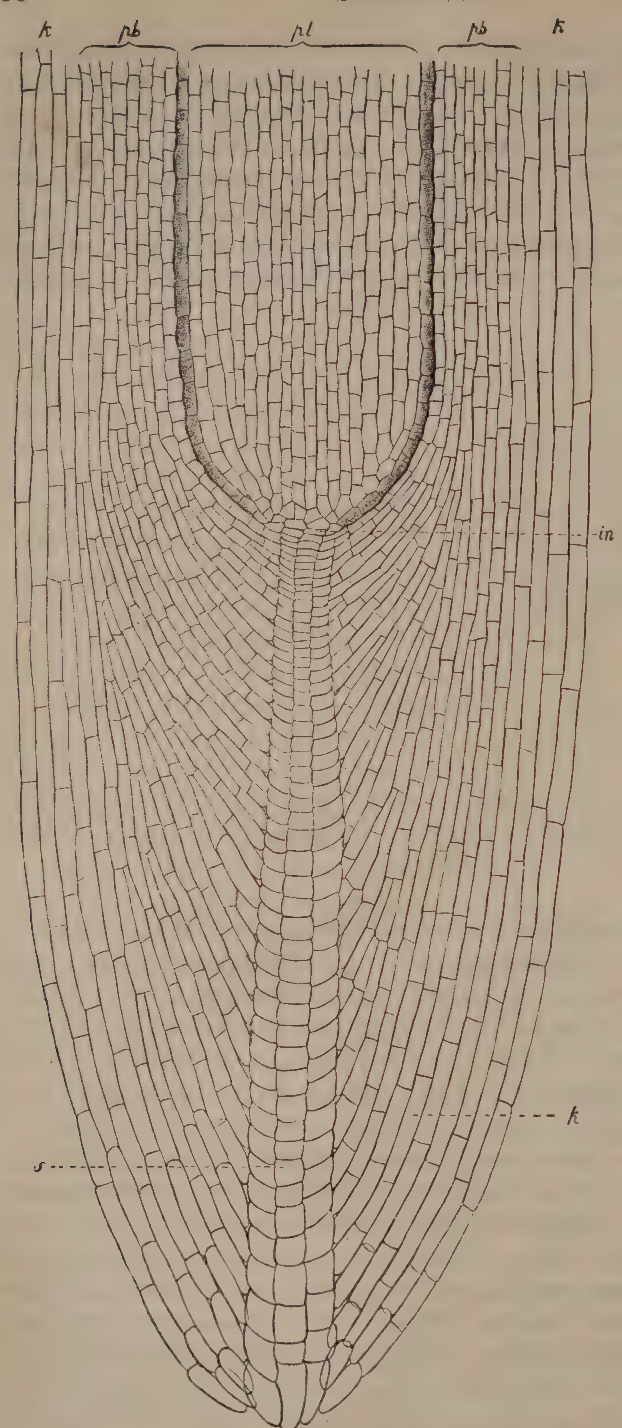


Fig. 123. Wurzelspitze von Pinus sylvestris (schematisch): a Wurzelhaube; b Periblema; c Pleroma; α Periblemsäule.

zarten Bildungszellen gewährt — ihre Anfänge sind häufig bereits vorhanden, bevor die Wurzelknospe aus der Rinde hervorbricht —, wohl aufgewogen werden durch den zunehmenden Druck, den sie wachsthumshemmend ausüben würde. Wasserpflanzen haben in der Regel nur eine rudimentäre Wurzelhaube. Bei den Landpflanzen reicht die Haube selten weit über den Gipfel des Pleromscheitels hinaus, zieht sich dagegen noch mehr oder minder hoch — mit verjüngter Stärke — an der Wurzel empor; bei Pinus vulgaris 2—3 mm, bei Quercus pedunculata 0,2 bis 0,6 mm, bei Laburnum etwa 1 mm, in einzelnen Fällen aber mehrere Centimeter.

Das Epiblema bildet häufig durch Ausdehnung der Zellen sogenannte Wurzelhaare (bei der Weißtanne fehlen dieselben), die mit dem Epiblema absterben, jedoch stets durch andere an den bei der Verlängerung der Wurzel neu sich bildenden Theilen ersetzt werden, und deren Menge im Allgemeinen in einem mageren Boden zunimmt. Da aber nicht nur die unversehrte Epidermis der Wurzel fähig ist, Nahrung aus dem Boden aufzunehmen, so beschränkt sich auch die Nahrungsaufnahme durch die Wurzeln nicht auf ihre Enden, soweit sie von lebensthätigem Epiblema bedeckt sind, sondern die Wurzel besitzt auch entfernter von ihrer



Spitze die Fähigkeit, Flüssigkeiten aus dem Boden aufzusaugen. Im Herbste überziehen sich bisweilen die Spitzen der Wurzel mit Kork, aus welchem sich dann im Frühjahre das Wurzelknöspchen wieder hervorschiebt.

Das Längenwachsthum der Wurzel erfolgt ausschließlich an den jüngsten Partien, theils durch Bildung neuer Zellen am Vegetationspunkt, theils durch Streckung bereits vorhandener. Aeltere Theile der Wurzel strecken sich ebenso wenig, wie ältere Stammtheile. Das Wachsthum in die Dicke wird auf dieselbe Weise, wie bei dem Stamme, durch den Verdickungsring vermittelt, ist aber bei den Monokotyledonen mit wenigen Ausnahmen (z. B. Dracaena) auf die Ausbildung der bei dem Entstehen der

Fig. 124. Wurzelspitze von Pinus sylvestris im Längsschnitt: k die Wurzelhaube; pb Periblema; pl Pleroma; in die Initialzellen des Vegetationspunktes; s die Periblemsäule.

Wurzel angelegten Elementarorgane beschränkt. Bei den Holzgewächsen, über deren Wurzelbildung H. v. Mohl eingehende Beobachtungen bekannt gemacht hat, legt sich, wie bei dem Stamme, jährlich ein neuer Holzring an, welcher aber meist, namentlich in späteren Jahren, sehr schmal und oft nicht deutlich zu unterscheiden ist. Nicht selten ist das Wurzelwachsthum excentrisch, indem die Jahresringe, besonders in der Nähe des Stammes, oben breiter sind, als unten, ja sich zuweilen nicht einmal in der ganzen Peripherie ausbilden, sondern sich nach unten beiderseits zuspitzen und daselbst in den vorhergehenden Jahresring verlaufen, so daß oben mehr Jahresringe als unten vorhanden sind. Bei den Aesten des Stammes pflegt die Unterseite die stärkere zu sein. Das Wurzelholz ist in der Regel lockerer und poröser, als das Stammholz, oft weichfleischig schneidbar, da schon im Allgemeinen die Zellen desselben etwas weiter und weniger verdickt sind, als bei diesem. An einer 49jährigen Tannenwurzel fand H. v. Mohl beispielsweise einen größten Radius von 14,4 mm = 0,295 mm per Jahr. Der mittlere Durchmesser einer Zelle betrug in radialer Richtung 0,0650856 mm = 65,9856 mmm[1]), in tangentialer Richtung 45,6044 μ, die Wandstärke im Mittel 3,5577 μ. Dagegen betrug der Durchmesser der Zellen des Stammholzes radial 47,0308 μ, tangential 36,2607 μ. Das Größenverhältniß einer Wurzelholzzelle zu einer Stammholzzelle stellt sich hiernach in radialer Richtung wie 4 : 3, in tangentialer wie 5 : 4. Vorzüglich aber hat die größere Lockerheit des Wurzelholzes ihren Grund in der geringen Breite der Jahresringe überhaupt; oft bilden nur 10 radiale Zellenreihen einen Jahresring, oft bloß zwei oder eine, was auf einer schwächeren Entwickelung der äußeren dichteren Schichte derselben (des Herbstholzes) beruht, und zwar in der Art, daß diese nur bei breiten Jahresringen einigermaßen deutlich entwickelt ist, bei sehr schmalen aber ganz fehlt. Bei der Lärche und Fichte gilt dies jedoch nur für die inneren Jahresringe, während sich die äußeren wie die ihres Stammholzes verhalten, und daher das Holz alter Wurzeln mit schmalen äußeren Jahresringen eine beträchtliche Festigkeit erlangt. Bei den Laubhölzern steigert sich mit der Abnahme der Breite der Jahresringe die Zahl und Weite der Gefäße im Verhältniß zur gesammten Holzmasse der Wurzel, womit dann auch die Porosität und Lockerheit zunehmen müssen; hierzu kommt bei der Esche, Eiche 2c., bei welchen die Gefäße in der Wurzel im Allgemeinen enger sind, als im Stamme, eine bedeutende Abnahme der Verdickung der Zellwände, während bei der Buche, Birke, Aspe 2c. die gesteigerte Porosität nur auf Rechnung der größeren Zahl und Weite der Gefäße kommt. Natürlich dürfen in dieser Beziehung nur die Wurzeln normal gewachsener Bäume oder deren einzelne Jahresringe unter einander verglichen werden, nicht aber mit diesen die Wurzeln verkümmerter Stämme oder in Folge eines nassen Standortes besonders üppig gewachsene Wurzeln. Bei verkümmerten Stämmen verhalten sich schmale und breite Jahresringe der Wurzeln gerade so zu einander, wie bei normal gewachsenen Bäumen, und stellen daher nur die Jahresringe der Wurzeln normal gewachsener

---

[1]) 1 Mikromillimeter (mmm = μ) = 0,001 mm.

Bäume in verkleinertem Maßstabe dar; dagegen ist das Holz junger, in Folge eines nassen Standortes sehr üppig gewachsener Wurzeln trotz der größeren Breite der Jahresringe doch weicher, als das Wurzelholz normal gewachsener Bäume, weil bei jenem die Zellen noch weiter und weniger verdickt sind, als bei diesem. Uebrigens verholzen auch die Zellen der Wurzeln später, als die des Stammes, weshalb die Wurzeln lange zäh und biegsam bleiben.

Nach Beobachtungen von H. v. Mohl wird nur bei den Nadelhölzern das Dickenwachsthum der Wurzeln im Sommer vollendet; den Winter hindurch tritt Stillstand ein; dagegen erleidet es bei den Laubhölzern (Esche, Kirsche, Apfel, Eiche, Buche) keine Unterbrechung, sondern die Ausbildung des im Sommer begonnenen Jahresringes wird während des Winters, wenn auch langsam, fortgesetzt. Th. Hartig macht dagegen nach von ihm angestellten Beobachtungen geltend, daß dies nur ausnahmsweise der Fall sei, gewöhnlich aber auch bei den Laubbäumen das Wachsthum während des Sommers sein Ende erreiche.

Durch größere Weichheit und Lockerheit wird das Wurzelholz in höherem Grade zur Leitung der Säfte geeignet, als das Stammholz. Flachstreichende Wurzeln saugen und speichern in hohem Maße die meteorische Feuchtigkeit, wie man nach jedem kurzdauernden Regen beobachten kann. Bei den Laubhölzern (Esche, Eiche ɔc.) kommen in den Gefäßen desselben auch fast niemals Thyllen vor, während dieselben in den Gefäßen des älteren Stammholzes allgemein vorhanden sind. So bleibt die Möglichkeit, Säfte zu führen, wenn solche, wie im Frühjahre, in die Gefäße übertreten, auch den Gefäßen der ältesten Wurzeln erhalten, während diese Fähigkeit in den Gefäßen des älteren Stammholzes durch die Thyllen äußerst erschwert wird.

Die Basis des Stammes hat unter Umständen die Fähigkeit, Stammadventivknospen zu bilden, welche sich zu Trieben entwickeln können. Bei vielen Bäumen ist dies nur nach Verletzungen an den Ueberwallungsstellen der Fall (Buche), oder wenn die Stämme sehr tief abgehauen werden oder die Rinde des Stockes so verletzt wird, daß derselbe abstirbt (Eiche). Die sich als Folge dieser Knospenbildung entwickelnden Triebe nennt man Stockausschlag. Als besonders ausschlagsfähig sind zu nennen: die Schwarzerle, Weide, Akazie, Hasel, Weißbuche, Schwarzpappel, Canadische Pappel, Linde; schon weniger die Ulme, der Feldahorn, die Weißerle, Aspe, Birke, Buche; in geringem Grade der Spitz- und Bergahorn. Unter den Nadelhölzern sind als ausschlagsfähig bekannt die Eibe, Tanne, Pinus rigida. Zur Kopfholzwirthschaft (wobei der hochstämmig erzogene Schaft in der Höhe von einigen Metern über dem Boden wiederholt abgehauen wird, um Ausschlag zu veranlassen) sind am besten geeignet die Baumweiden, Weißbuche, Linde, Canadische und Schwarzpappel, Akazie. Zur Scheidelwirthschaft, bei welcher die Aeste unweit des unverletzt bleibenden Stammes periodisch abgehauen werden, sind vorzüglich geeignet die Canadische und Schwarzpappel, Esche, Eiche, Akazie, Ulme, Schwarzerle, Birke. In Norwegen, wo das Birkenlaub (Betula pubescens) einen erheblichen Beitrag zum Winterfutter zu liefern hat, sieht man in manchen Gegenden kaum einen normalwüchsigen Baum: überall kopfförmige Bildungen.

Bei vielen Holzarten, namentlich Sträuchern und Bäumen mit weichem Holze, wie Weiden, Pappeln, der Eberesche, doch auch solchen mit hartem Holze, wie den Prunus-Arten, der Hainbuche, Ulme, Akazie ꝛc., haben die bloßliegenden und selbst die in der Erde befindlichen Wurzeln das Vermögen Stammknospen zu bilden, ohne daß sie oder die Pflanze selbst vorher eine Verletzung erleiden. Aus solchen Knospen hervorgehende Sprosse nennt man **Wurzelbrut**; ja bei manchen Pflanzen (P. tremula, alba, Morus u. a.) scheint dieses Vermögen noch fortzubestehen, nachdem der Stamm bereits längst entfernt worden. Die Wurzeln eines alten Maulbeerbaumes schlugen, nach Durieu de la Malle[1]), 26 Jahre nach der Fällung des Stammes zum ersten Male wieder aus. Von den Nadelhölzern ist besonders Araucaria excelsa zur Vermehrung durch Wurzelbrut geeignet (Wien. Obst- u. G.-Ztg. 1877, 516). Man hat sogar versucht, Bäume umzukehren und mit der Krone einzugraben, worauf die alten Zweige, mit Erde und Feuchtigkeit in Berührung gebracht, Adventivwurzeln entwickelten, während die holzigen, an die Luft und das Licht gebrachten Wurzeln Stammknospen bildeten. Die hierher gehörige Auffassung vieler alten Linden als „umgekehrt gepflanzte" beruht durchaus auf Täuschung, veranlaßt durch den Habitus der betreffenden Bäume.

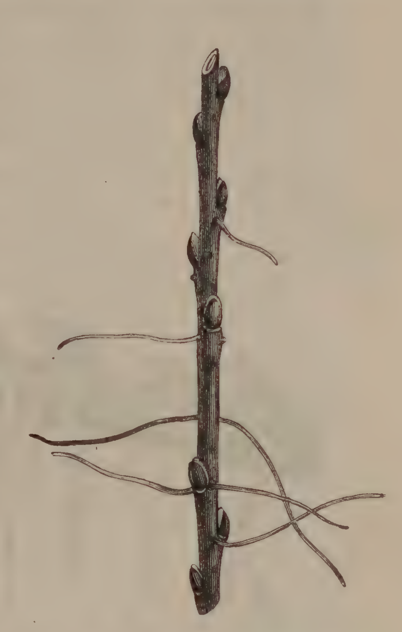


Fig. 125. Steckling von Salix amygdalina mit Stamm-Adventivwurzeln (nat. Gr.)

Stamm-Adventivwurzeln. — Adventivwurzeln bilden allein die Bewurzelung der Monokotyledonen, und die große Zahl, in welcher sie, nach dem Absterben der Primordialwurzeln, fortdauernd der Basis des Stammes, von Knoten zu Knoten emporrückend, entspringen, ersetzt bei den mehrjährigen Pflanzen dieser Art die ihnen fehlende, reichlich sich verzweigende Pfahlwurzel der Dikotyledonen. Bei diesen dagegen entstehen Stamm-Adventivwurzeln entweder nur unter begünstigenden äußeren Umständen, z. B. Entziehung des Lichtes, mäßiger Feuchtigkeit ꝛc., welche bald künstlich herbeigeführt werden (Stecklinge [Fig. 125]), bald sich von selbst darbieten, wie bei unterirdischen (Rhizomen oder Erdstämmen [Fig. 126]) oder kriechenden Stengeln (Stolonen oder Ausläufern) ꝛc. An tief beasteten Coniferen, besonders Fichten, brechen bisweilen sogar aus stärkeren, am Boden hinstreichenden **Aesten** Stammsprosse hervor, zugleich aber Adventivwurzeln, und die so entstandenen, den Mutterbaum weithin umkränzenden Bäumchen vermögen schließlich zu selbststän-

[1]) Annal. des sciences, I. Sér., 9, 329.

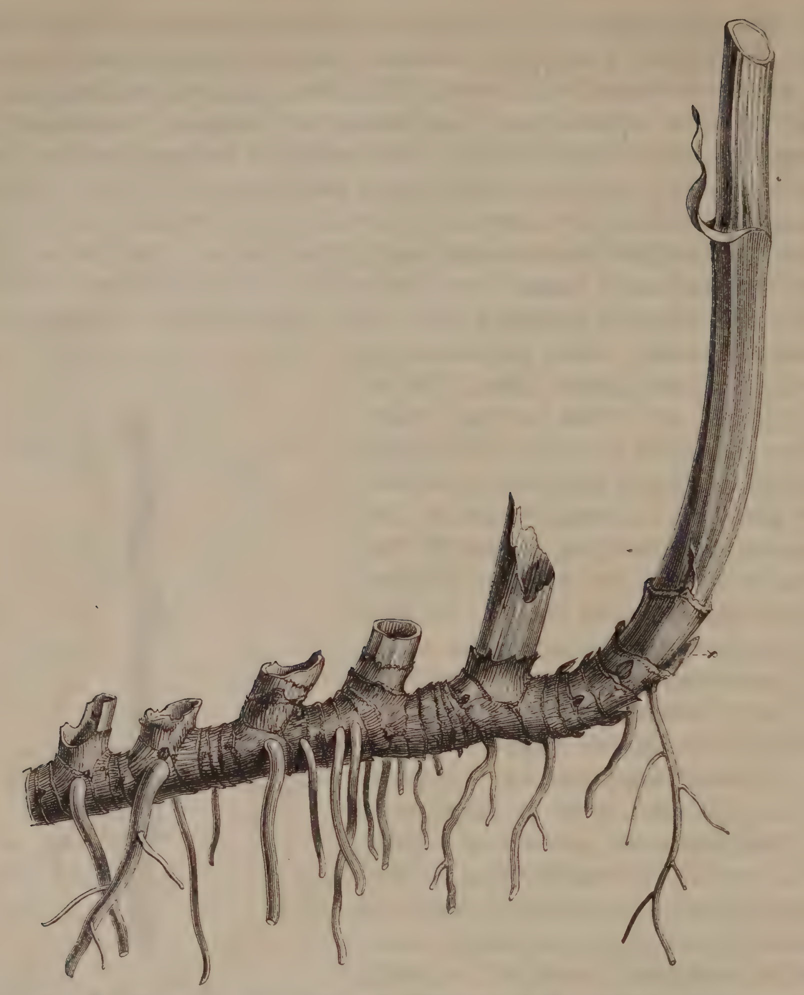


Fig. 126. Rhizom von **Lunaria rediviva** (im Winter) mit Stamm-Adventivwurzeln. α Knospe für das nächste Jahr. Sechs Rudera der oberirdischen Sprosse früherer Jahre.

digen Individuen auszuwachsen.[1]) Auch an den der Luft und dem Lichte ausgesetzten Stengeln bilden sich nicht selten Adventivwurzeln. Solche an oberirdischen Theilen hervortretende Adventivwurzeln, die gleich den echten Wurzeln mit einer Wurzelhaube versehen sind, hat man Luftwurzeln (Radices aëreae) genannt.[2]) Häufig vertrocknen dieselben, wenn sie nicht in den Boden gelangen,

---

[1]) Im akademischen Forstgarten zu Tharand steht eine hohe Fichte, welche einen so entstandenen Unterwuchs bis auf 6 bis 7 m Entfernung erstreckt. Der älteste der Tochterbäume ist bereits 4,5 m hoch. Vgl. Göppert, Verhandlungen d. Vereins zur Beförd. d. Gartenb. in d. Kgl. Preuß. Staaten 1853. 337. — Schübeler, die Pflanzenwelt Norwegens. Christiania, 1873—75. 163.

[2]) Bei Ficus indica in Ostindien senken sich Wurzeln von den Zweigen in den Boden, wo sie wieder ausschlagen, so daß auf diese Weise ein einziger Stamm zuweilen ein kleines Wäldchen bildet.

und dienen dann den betreffenden Pflanzen gewöhnlich nur als Haftorgane (Haftwurzeln). Dies ist namentlich bei Pflanzen mit wurzelnden Stengeln der Fall, z. B. bei dem Ephen (Fig. 127), dessen Stamm vermittelst solcher dem Lichte sich abwendenden Wurzeln an Mauern, Baumstämmen ꝛc. äußerst fest haftet und an diesen Stellen, in Folge des Gegendruckes, sich scheibenartig ausbreitet. Bei Ampelopsis lassen sich Fortsätze der Haftscheiben sogar bis in das Substrat (Holzrinde) verfolgen, wodurch eine Art Parasitismus ermöglicht wird.

Die Adventivwurzeln treten besonders häufig an Knoten in der Nähe von Blattnarben oder Linsendrüsen, nicht aus letzteren selbst hervor. Die mit Hochblättern besetzten blühbaren Sprossen bilden in der Regel keine Adventivwurzeln. In dem Stamminnern fast aller hohlen Linden und Weiden finden sich aus der Cambialzone hervorgewachsene Adventivwurzeln, welche oft armstark bis auf den Boden reichen und in diesen hinabdringend, zugleich in dem verwesenden Holzkörper durch ein Geflecht zartester Fasern ausnutzend. Bisweilen sind diese Wurzeln vergesellschaftet mit denen aus zufällig angeflogenen Samen erwachsener fremder Holzgewächse.


Fig. 127. Haftwurzel des Ephen (1/2 nat. Gr.).

Eine bemerkenswerthe Bildung zeigen die Wurzeln der phanerogamischen Schmarotzerpflanzen. Letztere haben ihren Sitz entweder an oberirdischen Organen der Nährpflanze oder an deren Wurzeln; sie sind entweder mit chlorophyllhaltigen Zellen ausgestattet und sonach zu einer, wenn auch geschwächten selbstthätigen Assimilation befähigt, oder, chlorophyllfrei, auf die Ausbeutung der Stoffwechselproducte der Nährpflanze ausschließlich angewiesen.

Die Mistel, Viscum album L., erzeugt, wenn ihr Same in der Laubkrone eines zusagenden Baumes — und das ist die große Mehrzahl unserer Laub- und Nadelhölzer — keimt[1]), eine anschwellende dem Baumzweige sich anschmiegende Radicula, an deren Unterseite Würzelchen hervorbrechen, welche, die Rinde durchsetzend, bis zur Bastschicht vordringen. Pitra[2]) nimmt zur Erklärung des innigen Anschmiegens der Mistelwurzel an den Baumzweig eine Ausscheidung von Viscin an; die Adhäsion allein bringt indessen bei den Luftwurzeln von Hedera ꝛc. ähnliche energische Anhaftungen zu Stande. Zwischen dieser und dem Cambium senden sie eine Anzahl Adventivwurzeln aus, welche, im Allgemeinen dem Verlaufe der Holzfasern

---

[1]) Die Vermittlung beerenfressender Vögel (Turdus musicus u. a.) ist zur Verbreitung der Mistelpflanze zwar sehr förderlich, aber keineswegs nothwendig; der Same keimt auch ohne solche Vorbereitung.

[2]) Botan. Zeitung **19** (1861).

folgend, in gerader Richtung sich ausbreiten. Vorhandene todte Aeste werden von der Mistelwurzel umgangen, lebende in der Regel nur dann, wenn ihre Richtung zu der herannahenden Mistelwurzel einen spitzen Winkel bildet, wie dies bei den abwärts situirten Aesten der Fall zu sein pflegt; anderenfalls dringt die Mistelwurzel in der Rinde des Astes empor. — An der Innenseite treten aus den Adventivwurzeln zahlreiche konische Fortsätze hervor, „Senker“, welche indessen in den fertigen Holzkörper der Nährpflanze nicht eindringt, sondern nur an ihrer Außenseite, im Cambium der Rinde des befallenen Baumes, wo sie ein Meristem besitzen, weiter wachsen. Wenn man gleichwohl die Spuren der Senker alter Mistelpflanzen oft in bedeutende Tiefen des Baumastes verfolgen kann (Fig. 128; vgl. Fig. 35 S. 67), so sind dies eben abgestorbene, von den Holzringen überwallte Dauergewebe. Im ersten Jahre besitzen die Mistelsenker noch keine Gefäße; späterhin treten dieselben so zahlreich auf, daß sie die Hauptmasse des Senkers bilden. Hat sich das Meristem der Mistelwurzel in Dauergewebe verwandelt, so hört natürlich jedes Weiterwachsthum der Senker auf. Dies geschieht zunächst in den älteren Theilen der Mistelwurzel, nahe an ihrem Ursprunge. Dadurch wird zugleich die fernere Holzbildung der Nährpflanze beeinträchtigt, die Rinde desselben stirbt ab, es entstehen die „Krebse“, und die Mistelpflanze scheint schließlich auf der kopfförmigen Spitze des Astes zu wurzeln. Durch abgestorbene Rindenpartien außer Zusammenhang gesetzt, treiben die jüngeren Mistelwurzeln darauf Adventivsprosse (Wurzelbrut) und verbreiten den Schmarotzer auf dem Baume, von dem er einmal Besitz ergriffen. Es genügt deshalb nicht, die Mistelpflanze selbst abzuschneiden; man muß weitergreifend ein oberwärts belegenes Aststück entfernen. Bemerkenswerth ist, daß nicht nur die Blätter und Stengel, sowie die in der etwas pelluciden Beere eingeschlossenen Samen gelbgrün sind, sondern auch die Wurzel neben Stärke und Viscin Chlorophyll enthält.

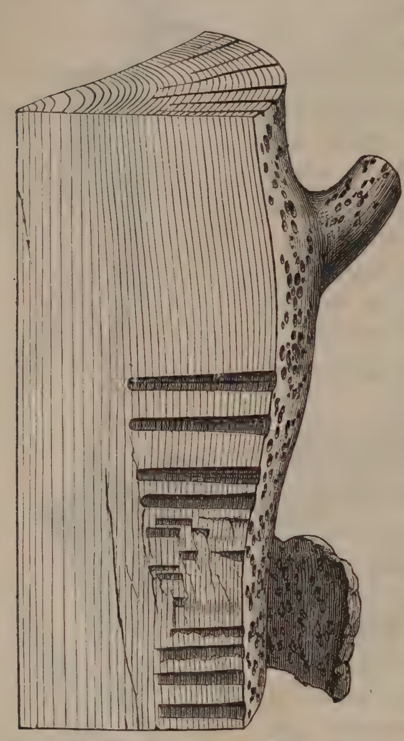


Fig. 128. Wurzelspuren der Mistel, Viscum album, 23 Jahreslagen eines 36 Jahre alten Stammes von Abies pectinata durchsetzend; seitlich ein Rindenstück von Innen mit Wurzelspuren.

Die Gattung Loranthus zeigt in einigen ihrer Arten eine nahe Uebereinstimmung der Einwurzelung mit Viscum album; doch kommen auch, soweit bis

jetzt bekannt[1]), bedeutende Abweichungen vor. Bei einigen tropischen Loranthus-Arten verlaufen die horizontal streichenden Wurzeln nicht im Rindenkörper des fremden Astes, sondern über demselben, verhalten sich also wie andere Luftwurzeln, die Zweige innig umstrickend und mit ihren Enden sogar sich an denselben befestigend.[2])



Fig. 129. Keimpflanzen von Cuscuta epilinum Weihe. a nat. Gr. α der Samen; β das angeschwollene Wurzelende.

Fig. 130. Cuscuta europaea, die Zaunseide, mit Frucht- und Blüthenknäulen und Haustorien. a Samen; b desgl. vgr.

Die Saugwurzeln oder „Haustorien" der Seidepflanzen (Cuscuta) sind morphologisch als echte Stamm-Adventivwurzeln aufzufassen. Die Hauptwurzel des Seidepflänzchens, d. i. das verdickte Ende des hypokotylen Gliedes (Fig. 129), gelangt überhaupt nicht zur Entwicklung, entbehrt überdies der Wurzelhaube und ist als echte Wurzel kaum anzusprechen. Die Haustorien entspringen aus der inneren Rinde und zwar zumeist an den Punkten, wo der Schmarotzerfaden die Nährpflanze berührt; sie durchbrechen die Oberhaut der Ansatzfläche und bohren sich in das Parenchym der in engen Windungen von dem Parasiten umschlungenen Nährpflanze ein (Fig. 130). Im Boden aber wurzelt die Cuscuta-Pflanze überhaupt nicht. Der fadenförmige spiralig aufgerollte Keimling des Samen, welcher der

[1]) H. Graf zu Solms-Laubach, Jahrb. f. wissensch. Botanik 6, 509.
[2]) Unger, Ann. des Wiener Mus. f. Naturgeschichte II. 1840. — s. Solms-Laubach l. c. 621.

Kotyledonen entbehrt, streckt sich oberhalb des Bodens, anfangs auf Kosten des öl- und stärkehaltigen Endosperms des Samen, nach dessen Consumtion auf Kosten seines Wurzelendes, 5 bis 8 cm weit, bis er eine geeignete Nährpflanze erreicht oder — nach längerer Zeit — zu Grunde geht. Schon bevor an den Berührungsstellen des Parasiten und der in engen Windungen umschlungenen Nährpflanze sich aus der inneren Rinde des Schmarotzers Haustorien entwickeln und sich in das Parenchym der Grünpflanze einbohren, sind die Epidermiszellen des Saugwärzchens papillenartig ausgewachsen, wodurch ein äußerst festes Anhaften des



Fig. 131. Längsschnitt durch ein Haustorium (h) von Cuscuta europaea, auf einem jungen Zweige von Syringa schmarotzend: g Gefäßbündel des Haustoriums; ep Epidermis des Schmarotzers; en Epidermis der Nährpflanze; a Endzellen des Haustoriums, zu langen Fäden ausgewachsen, welche, in der Rinde der Nährpflanze (r) verlaufend, den Holzkörper (x) nicht erreichen (nach Solms-Laubach, Vgr. 80).

Schmarotzers an der Nährpflanze bedingt wird. Diese Papillen hat der Axencylinder des Haustoriums zu durchbrechen, bevor er das Parenchym der Nährpflanze überhaupt erreicht. Das Cambium des Saugfortsatzes, ein Abzweig der Cambialgewebe der Rinde des Parasiten, vereinigt sich mit dem Cambium der Nährpflanze, seine Gefäße mit deren Gefäßen. Der Schmarotzer nimmt das in dem Weichbast, besonders in den Siebröhren der Rinde, hinabwandernde Arbeitsproduct der Grünpflanze in Anspruch, dringt auch bisweilen, wenn der Holzring der Nährpflanze schmal, das Mark saftig ist (bei Trifolium), in letzterer ein, oder verbleibt in anderen Fällen (Fig. 131), ohne den Holzkörper zu erreichen, mit seinen zu langen

Haaren auswachsenden Endzellen in der Nährrinde. Auch zweijährige Zweige des Unterholzes: Esche, Rhamnus, Evonymus, Tilia, Acer, Cornus, Corylus 2c. sind nicht gesichert vor dem Einwurzeln der Zaunseide, C. europaea Dec., während C. lupiliformis Krock. und C. Gronovii vorzugsweise die Schälweiden angreifen.

Die Wurzelschmarotzer führen an ihrem übrigens normal gebildeten, zur Aufnahme von Wasser und Mineralstoffen befähigten Wurzelsystem, bisweilen an Stelle desselben, ein mehr oder minder zahlreich entwickeltes System zerstreuter Saugwurzeln, „Haustorien", welche dem unbewaffneten Auge als Knötchen erscheinen. Während die „Saprophyten" (de Bary) oder „Pseudoparasiten" (Hofmeister) ihre aufsaugenden Organe in den Verwesungsproducten anderer Pflanzen ausbreiten, dringen die Haustorien der echten Wurzelschmarotzer in die lebensthätigen Zellgewebe benachbarter Wurzeln ein, verwachsen mit denselben und leben von ihren assimilirten Stoffen. Zu den Pseudoparasiten gehören viele Orchideen: Epigogium, Goodyera, Corallorhiza, Neottia u. a.; als echte Wurzelparasiten sind bekannt: die Sommerwurz (Orobanche) und die Schuppenwurz (Lathraea) aus der

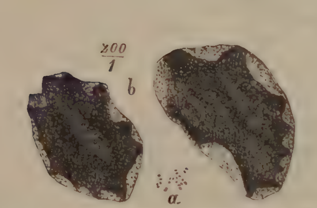


Fig. 132. Same des Kleeteufels, Orobanche minor Sutt.: a nat. Gr.; b 200fach vergr.



Fig. 133. Längsschnitt durch den Samen von Orobanche Hederae Duby. α Embryo; β Endosperm.

Familie der Orobancheen, Monotropa, eine Ericacee, Thesium (Familie der Santalaceen), Melampyrum, Odontites, Pedicularis, Alectorolophus (Rhinanthaceen).

Der höchst einfache rundliche ($0,_{25}$ bis $0,_{40}$ mm große) Embryo des Samen der Sommerwurz, Orobanche (Fig. 132; 133), der weder Kotyledonen noch Radicula besitzt, wächst bei der Keimung zu einem einfachen Faden aus, dessen Wurzelende, sobald es eine Nährwurzel erreicht hat, in deren Rindenparenchym bis zum Holzkörper eindringt und hier zu einer kugligen Gewebsmasse anschwillt, an deren Oberfläche zahlreiche Adventivwurzeln morgensternartig hervortreten, sich verzweigen und secundäre Anhaftungspunkte bilden. Die Gefäßbündel des Haustoriums schließen sich an die der Nährwurzel an, und es erscheint endlich die zum Blüthenschaft auswachsende Terminalknospe des Gewächses als eine Adventivknospe im Scheitel des Pflänzchens.[1]) Auf Holzgewächsen schmarotzen Orobanche Hederae Duby (Varietät von O. minor Sutton) auf den Wurzeln des Epheu; O. luco-

[1]) Solms-Laubach, Jahrb. f. wissensch. Botanik 6, 509.

rum A. Br. auf Berberis vulgaris und Rubus fruticosus, O. Rapum Thuill. auf Sarothamnus scoparius.

Die Schuppenwurz, Lathraea squamaria, gleichfalls eine grünlose Orobanchee, lebt hauptsächlich auf den Wurzeln der Buche, Hainbuche, Hasel, Erle u. a.

Zu den wurzelschmarotzenden Ericaceen gehört die Gattung Monotropa, der „Fichtenspargel", welche jedoch auch auf Buchen- und Laubholzwurzeln parasitisch wurzelt, in der Jugend frei im Humus lebt, späterhin aber in unzweifelhafte organische Verbindung mit den betr. Baumwurzeln tritt.[1])

Grüne Wurzelparasiten liefert die Familie der Santalaceen in der Gattung der Leinblatt-Arten (Thesium)[2]), welche auf den Wurzeln und Gewächsen verschiedenster Art, oft mehrerer Gewächse gleichzeitig wuchert, sowie die Familie der Rhinantaceen in den Gattungen des Wachtelweizen, Melampyrum (Fig. 134), des Augentrost, Euphrasia (Fig. 135), Odontites ꝛc. Die bleichfarbigen Orobancheen und wurzelschmarotzenden Ericaceen sind grünlos. Nur Spuren von Chlorophyll (in der Form spindelförmiger Körper) fand J. Wiesner[3]) auch in ihnen. Die Standortsgewächse lichter Waldpartien werden namentlich von Melampyrum pratense, sylvaticum und nemorosum angegriffen. Ob auch Daphne Mezereum, wie behauptet wird, unter Umständen wurzelparasitisch lebt, bedarf noch der näheren Untersuchung.



Fig. 134. Wurzelfragment des Wiesen-Wachtelweizen, Melampyrum pratense, mit Haustorien.

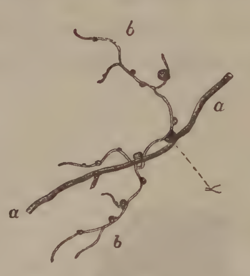


Fig. 135. Wurzel des Augentrost, Euphrasia officinalis (b), mit Haustorien, deren eines (α) mit einer fremden Wurzel (a—a, wahrscheinlich von Tormentilla erecta) verwachsen ist.

Die Stammaxe.

Stammaxe (Caulis) ist jeder Pflanzentheil, der an seiner freien, nicht von einer Wurzelhaube bedeckten Spitze, dem Vegetationskegel, fortwächst und unter derselben Blätter oder doch blattartige Organe entwickelt. Die Stammaxe

[1]) O. Drude, Die Biologie der Monotropa hypopitys L. und Neottia nidus avis L. Gekrönte Preisschrift. Göttingen 1873.

[2]) A. Pitra, über die Anheftungsweise einiger phanerogamischen Parasiten an ihre Nährpflanze. Botan. Zeitung **19** (1861).

[3]) J. Wiesner, Botan. Zeitung **29** (1871), 619.

ist in der Regel schon im Samen angelegt und wird hier, sammt etwa bereits daran vorhandenen Blättchen, Federchen (Plumula) genannt. Beim Keimen entwickelt er sich stets gerade aufwärts, der Wurzel entgegengesetzt, von welcher Richtung er jedoch später häufig abweicht; aber das äußerste neu gebildete Ende desselben behält immer das Bestreben, aufwärts zu wachsen, bei. Der Stengel trägt fast immer Blätter oder blattartige Organe, und an seiner Spitze, sowie in den Blattachseln, Stammknospen, während an holzigen Stengeln unter begünstigenden Umständen nicht selten auch an jeder beliebigen Stelle Adventivknospen entstehen, die sich zu Stengeln oder Wurzeln entwickeln können. Durch die Terminalknospen verlängern sich die Stengelaxen, und durch die Blattachselknospen und stengelbildenden Adventivknospen entstehen Nebenaxen, welche Zweige (Rami) oder, wenn sie verholzen, Aeste genannt werden; das Blatt, aus dessen Basis achselständige Zweige entspringen, nennt man ihr Trag- oder Stützblatt. Der Stengel ist entweder oberirdisch (C. epigaeus), wenn er sich sammt seinen Verzweigungen über den Boden erhebt, oder unterirdisch (C. hypogaeus), wenn er ganz oder wenigstens zum größten Theile unter der Erde verborgen bleibt und nur seine Zweige oder doch einen Theil derselben über den Boden emportreibt. Alle nicht parasitischen Stengel und deren Verzweigungen sind, wenn sie sich über den Boden erheben, wenigstens in der Jugend, grün.

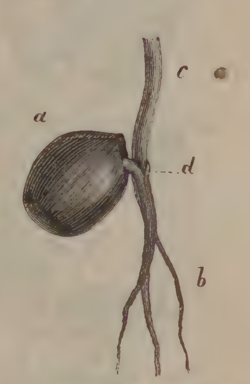


Fig. 136. Keimwurzel von Corylus avellana. a die Frucht; b Wurzeln; c Stammaxe; d Kotyledonenstiele und hypokotyles Stammglied.

Das hypokotyle oder intermediäre Stammglied ist der Abschnitt der Axe zwischen dem Kotyledonenansatz und der eigentlichen Wurzel. Sehr kurz bei hypogäisch keimenden Pflanzen (Eiche, Hasel [Fig. 136], Kastanie); es streckt sich bedeutender bei oberirdisch keimenden (Buche, Fichte [Fig. **111** c]). Die Grenze zwischen dem hypokotylen Stammgliede und der Wurzel, der „Wurzelhals", ist oft deutlich abgesetzt, durch den Beginn von Wurzelhaaren scharf markirt (Fig. 90 c) oder doch durch Reagentien (Chamäleon minerale) sichtbar zu machen. Blätter werden von diesem im Licht ergrünenden, häufig reichlich Adventivwurzeln treibenden Abschnitte nicht erzeugt; die Epidermis hat Cuticula und Spaltöffnungen: so schwankt sein Charakter zwischen Stamm und Wurzelorgan.

Die oberirdische Stammaxe ist entweder krautartig (C. herbaceus), oder holzig (C. lignosus); einfach (C. simplex) oder ästig (C. ramosus); rund (C. teres) oder kantig (C. angularis); zuweilen selbst blattartig ausgebreitet (C. foliaceus), z. B. Cactus-Arten, Ruscus (Fig. 137; 138) 2c.; gerade (C. erectus s. rectus), wenn sie in verticaler Richtung fortwächst; aufsteigend (C. ascendens), wenn sie an ihrem unteren Theile wagrecht ist und daher meist auf dem Boden liegt, der obere Theil aber sich senkrecht aufrichtet; niederliegend (C. prostratus), wenn nur die Zweige oder secundären Axen sich vom Boden erheben 2c. In letz-

terem Falle wird sie kriechend (C. repens) genannt, wenn sich in den Blattachseln Adventivwurzeln bilden, welche in den Boden eindringen. Ein schwacher Stengel wird wurzelnd (C. radicans) genannt, wenn er sich mittelst Luftwurzeln an verschiedene Gegenstände befestigt, kletternd (C. scandens), wenn er frei oder mittelst besonderer Stützen, z. B. Ranken, an anderen Gegenständen in die Höhe strebt, und windend (C. volubilis), wenn er sich schraubenförmig um eine aufrechte Stütze windet. Werden windende Stengel stark, so würgen sie häufig die



Fig. 137. Ruscus aculeatus. a fruchttragender Zweig: α Blätter, β reife Frucht, γ Blüthe mit 6 Blättern, deren drei an der Frucht sichtbar. — b isolirter Zweig mit Blüthen.



Fig. 138. Ruscus hypoglossus: α Stamm, β Seitenzweig; γ Laubblatt; δ Blüthenzweig ($^1/_2$ nat. Gr.).

Pflanzen, welche sie umschlingen, durch Druck und ihr Gewicht (Celastrus, Fig. 139 A und B). Die Windungen erfolgen bei den meisten unserer Schlinggewächse nach rechts, bei einigen (Lonicera, Polygonum, Celastrus 2c.) nach links[1]), und zwar bei jeder Pflanzenart constant nach einer und derselben Richtung, seltener nach Individuen variirend. Tropische Schlinggewächse ändern oft nach jedem Umlauf die Richtung der Schraubenlinie. Der Vorgang des Windens

[1]) Die Ausdrücke „rechts“ und „links windend“ werden am anschaulichsten nach militärischer Terminologie gedacht, wobei sich der Urtheilende in die Centralaxe des windenden Organes versetzt.

ist bald vom Lichte abhängig (Dioscorea Batatas), d. h. ihre im Dunkeln etiolirenden Stämme schießen gerade empor, und winden abermals im Sonnenstrahl[1]), bald vom Lichte unabhängig (Ipomaea, Phaseolus).[2]) Gegliedert (C. articulatus) wird der Stengel genannt, wenn er von Strecke zu Strecke Stellen zeigt, an welchen er leichter abbricht, und daher gleichsam aus mehreren über einander stehenden Stücken, die man Glieder (Articuli) nennt, besteht; solche zerbrechlichere Stellen oder Gelenke (Genicula) finden sich nur da, wo ein Blatt entspringt, und schwinden bei mehrjährigen Trieben mit den Jahren, selbst wenn sie im ersten

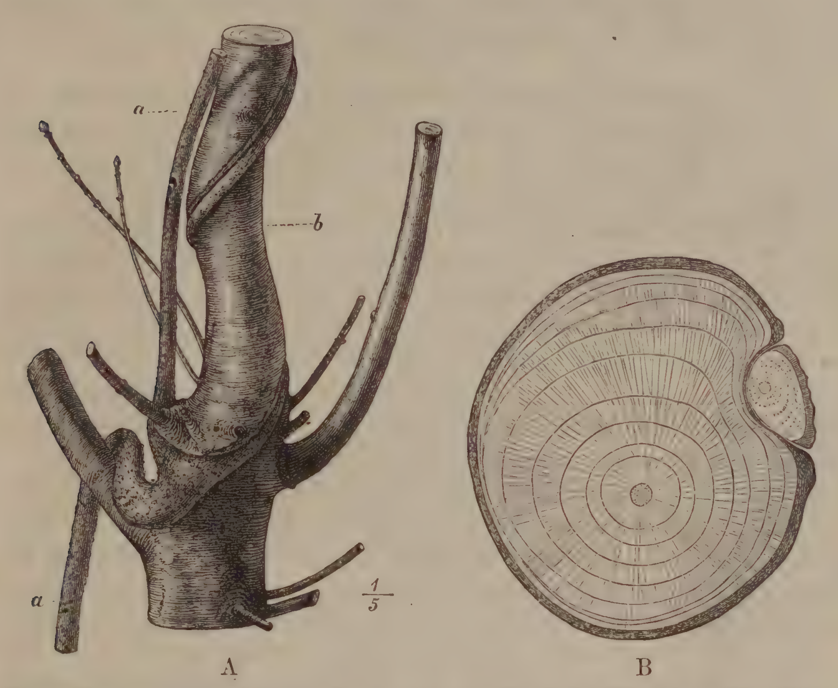


Fig. 139. A Celastrus scandens (a) an einem etwa 12jährigen Stamme von Acer platanoides (b) emporklimmend (1/5 nat. Gr.). — B Querschnitt durch den 10jährigen Stammabschnitt des Spitzahorn, welcher von einem 7jährigen Stamme von Celastrus scandens umschlungen wurde (nat. Gr.).

Jahre sehr deutlich waren (Vitis, Clematis). Zuweilen ist der Stengel an diesen Gelenken eingeschnürt, häufiger aber, und zwar bald über (Vitis, Polygonum Persicaria), bald unter (Gräser, Chaerophyllum bulbosum) den Gelenken verdickt, indem Knoten (Nodi) entstehen, an denen meist auch das Pflanzengewebe dichter und fester (Gräser, Umbelliferen) und das Mark stets noch lebensthätig ist, während es bereits über und unter denselben vertrocknet erscheint. Ein solcher Stengel

[1]) Duchartre, Compt. rendus 61, 1142. — H. de Vries, Arbeiten des botanischen Instituts der Universität Würzburg. Heft 3.

[2]) H. v. Mohl, Ueber den Bau und das Winden der Ranken- und Schlinggewächse. Tübingen 1827. — J. Sachs, Botanische Zeitung 23 (1865), S. 119.

wird **knotig** (C. nodosus) genannt. Da aber an den Knoten stets Blätter entspringen, so nennt man auch im Allgemeinen jeden zwischen zwei Blättern befindlichen Theil des Stengels **Knoten-** oder **Stengelglied** (Internodium).

Die krautartigen einjährigen, selten mehrjährigen Stammaxen, welche nie völlig verholzen, werden **Stengel** (Caulis) im engeren Sinne genannt; die mit Knoten versehenen, später meist hohl werdenden Stengel der Gräser **Halme** (Culmus); die knotenlosen mit Mark erfüllten Stengel der Scheingräser und Simsen **Binsenhalme** (Calamus); die stets mit einer Pfahlwurzel versehenen Hauptaxen der dikotyledonischen Holzpflanzen **Stämme** (Truncus); und die Hauptaxen der Palmen und Farne, welche nur Büschelwurzeln tragen, **Stöcke** (Caudex s. Caudex epigaeus).

Ist die Stammaxe so verkürzt, daß die Blätter und selbst die Blüthen unmittelbar aus der Wurzel zu kommen scheinen, so wird die Pflanze (nicht ganz präcis) **stengellos** (acaulis) oder **fast stengellos** (subacaulis) genannt, zum Unterschiede von einer **gestengelten** (caulescens) Pflanze.

Unterirdische Stammaxen. — Die **unterirdische Stammaxe** (C. hypogaeus) ist stets nur mit rudimentären Blattschuppen besetzt und treibt immer Adventivwurzeln, während die Hauptwurzel, wenn überhaupt eine solche vorhanden ist, bald abstirbt. Ihre Knospen entwickeln sich theils zu oberirdischen, nicht ausdauernden Sprossen, theils setzen sie das Längswachsthum unter dem Boden fort, erzeugen aber in beiden Fällen an ihrem Grunde stets Adventivwurzeln. Sie erscheint in mehreren Modificationen, welche als **Wurzelstock**, **Knollenstock**, **Zwiebel** und **Knollen** unterschieden werden.

Der **Wurzelstock** oder **Erdstamm** (Rhizoma s. Caudex hypogaeus [Fig. 126]) ist stets ausdauernd und mehr oder minder verholzt; bietet aber hinsichtlich seiner Form, Consistenz 2c. gleich dem oberirdischen Stengel viele Verschiedenheiten dar. Da sich vorzüglich die Seitenknospen zu oberirdischen Zweigen entwickeln, während die Terminalknospen gewöhnlich das unterirdische Wachsthum fortsetzen, so erscheint er seiner ganzen Länge nach in kürzere oder längere Glieder getheilt, deren jedes an seinem Ende mit Wurzelbüscheln und schuppen- oder scheidenförmigen Blattresten besetzt ist, durch letztere jederzeit von der echten Wurzel zu unterscheiden. Ist er kurz und dick, so erhält er häufig, da seine Basis mit der primären Wurzel frühzeitig abstirbt, das Ansehen, als wenn er abgebissen wäre (C. praemorsus). Bisweilen ist der Erdstamm im Inneren mit mehreren durch Querscheidewände getrennten Höhlungen versehen, was man **fächerig** (C. loculosus) nennt (Cicuta virosa). Ist er dagegen lang und dünn, so wird er **kriechend** (C. repens) genannt; und wenn in diesem Falle die einzelnen Stengelglieder verhältnißmäßig kurz sind, so bildet die Pflanze einen **Rasen** (Planta caespitosa) (viele Gräser 2c.) Nicht selten erscheinen Rhizome zu Knollen (Tuber) angeschwollen (Solanum tuberosum, Helianthus tuberosus, Ullucus 2c.), und der Erdstamm kann selbst Blüthen und Früchte unter der Erde ausbilden: Vicia amphikarpa, Lathyrus amphikarpus, Cardamine chenopodiifolia 2c. Diese „**Amphikarpie**“ ist zu unterscheiden von der „**Geokarpie**“, wobei **oberirdisch entsprossene** Früchte durch nachträgliche

Krümmung und Verlängerung des Fruchtstiels in der Erde zur Reife gelangen (Arachys hypogaea, Cyclamen, Linaria cymbalaria, Trifolium polymorphum 2c.)

Der Knollenstock (Cormus) ist ein sehr verkürzter, knollenförmig verdickter, ausdauernder Stengel, bald ganz unter der Erde verborgen, bald sich theilweise über dieselbe erhebend (Cyclamen europaeum); und dabei entweder dicht (C. solidus) z. B. Corydalis solida, oder hohl (C. cavus) ist z. B. Corydalis cava.

Die Zwiebel (Bulbus) ist mehr oder weniger kugel- oder kegelförmig und besteht aus einem sehr verkürzten, ausdauernden, oft scheibenförmigen Monokotyledonenstengel — dem Zwiebelkuchen —, der nach unten und an den Seiten Wurzelfasern treibt und eine endständige, von fleischigen schuppenförmigen Blättern — der Zwiebeldecke — umgebene Knospe trägt. Die Blätter der Zwiebeldecke sind bald zu einer dichten Masse unter einander verwachsen — dichte Zwiebel oder Zwiebelknollen (B. solidus) — z. B. Colchicum autumnale, bald sind sie frei — blätterige Zwiebel (B. foliosus) und stellen dann entweder breite concentrisch sich umfassende Schalen — die Zwiebelhäute oder Zwiebelschalen (Tunicae bulbi — B. tunicatus) z. B. Allium Cepa, oder schmale dachziegelartig sich deckende Schuppen dar (B. squamosus) z. B. Lilium candidum; ursprünglich sind sie immer mehr oder weniger fleischig und werden von innen her durch die Basen der neu entstehenden Blätter stets vermehrt, während die äußersten nach und nach absterben und vertrocknen. In den Achseln der Zwiebelblätter entstehen Knospen, die sich entweder, wie die ursprüngliche gipfelständige Knospe zu blatt- und blüthentragenden Axen entwickeln oder neue Zwiebeln, Brutzwiebeln (Bulbulus), bilden; hiervon nicht wesentlich verschieden sind die Axillarzwiebeln, die sich in den Blattwinkeln einiger Zwiebelgewächse, z. B. Lilium bulbiferum, bilden, und in den Boden gelangt, sich zu echten Zwiebeln ausbilden. Aehnliche Bildungen sind die Zwiebelknospen (Bulbilli), die sich bei einigen dikotyledonischen Gewächsen, die nicht durch eine Zwiebel perenniren, in den Blattachseln bilden und in den Boden gelangt ebenfalls zu selbstständigen Pflanzen, die aber nicht als Zwiebelgewächse erscheinen, auswachsen, z. B. Dentaria bulbifera.



Fig. 140. Juglans regia. Fruchtzweig mit über die Blattachsel (a) emporgerückten Knospen (K) ($^1/_2$ nat. Gr.)

Die aus Blattachselknospen entsprungenen Zweige stehen in der Regel genau im Winkel des Blattes (Rami axillares), nur selten stehen sie in Folge gewisser Abweichungen etwas oberhalb (Fig. 140) oder seitlich (Fig. 141) vom Blattwinkel oder scheinbar dem Blatte gegenüber (Fig. 151; 152) (Rami supraaxillares, extraaxillares et oppositifolii). Sie bilden in ihrer Gesammtheit den Gipfel oder die Krone (Cyma) der Pflanze, deren Form, sowie die Zahl, Stellung und Richtung der Aeste das äußere Ansehen oder den Habitus (die Tracht) der Bäume bestimmt.

Dornen. — Nicht selten wandeln sich Zweige ganz in Dornen (Spina) um.

Ein Dorn ist jederzeit morphologisch als Sproß anzusehen, hervorgebildet durch Verholzung des Vegetationspunktes unter Sistirung der Gefäß- und Blattbildung. Fig. 142 und 143 geben eine Vorstellung von den anatomischen Veränderungen, welche die Umwandlung eines

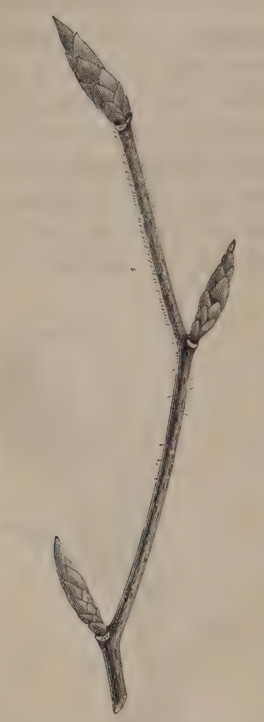


Fig. 141. Winterzweig der Buche mit seitlich der Blattachsel gestellten Zweigknospen (nat. Gr.).

Fig. 142. Querschnitt durch den einjährigen Zweig von Rhamnus cathartica (vgr. 335). a Cuticula; b Epidermis; c Korkschicht; d Phellogen; e Collenchym; f u. f' Rindenparenchym; g u. g' Bastbündel; h secundäre Rinde, von dem Holzkörper (i) abgegrenzt durch die Cambialzone; k Markkrone; m Mark.

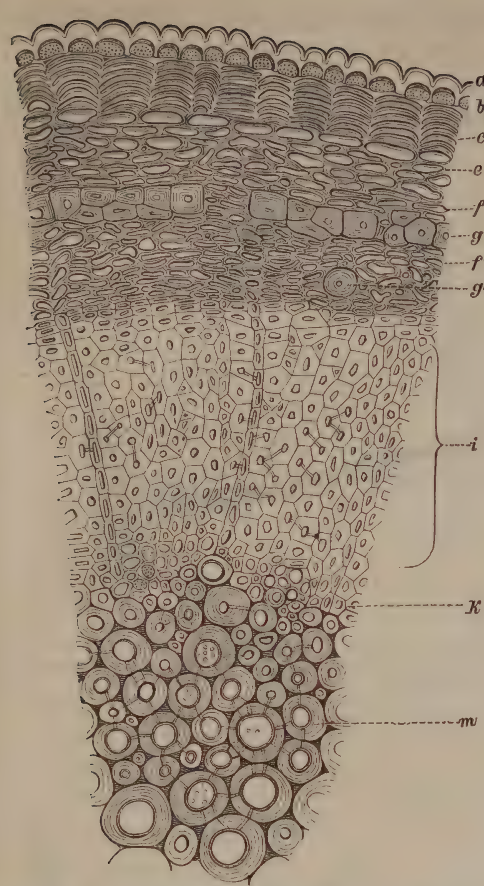


Fig. 143. Querschnitt durch den Dorn von Rhamnus cathartica. a Cuticula; b Epidermis; c Korkschicht (das Phellogen, Fig. 142 d, ist in Dauerzellen umgewandelt); e Collenchym; f u. f' Rindenparenchym; g u. g' Bast; i Holzkörper; k Markkrone; m Mark (Vgr. 335).



Fig. 144. Dorn von Prunus spinosa aus normaler Knospe mit Kurztriebknospen.

Sprosses in einen Dorn begleiten. Selbst die Markzellen verdicken ihre Membran. Der Dorn ist entweder das Product einer normalen Achselknospe (Prunus spinosa [Fig. 144], Crataegus [Fig. 145 A; 146]) oder einer Nebenknospe (Genista, Gleditschia [Fig. 147; 148]), oder des Endvegetationspunktes (Rhamnus [Fig. 149], Pyrus [Fig. 150], auch Crataegus bisweilen [Fig. 145 B]). Häufig erzeugt der Dorn vor der Verholzung Knospen, welche in Seitendornen (Fig. 146; 148) oder Kurztriebe (Fig. 144) verwandelt werden. Von Manchen werden auch die aus der Umwandlung von Blattorganen entstehenden Gebilde als Blattdornen bezeichnet, so die aus Nebenblättern erzeugten Stacheln von Berberis (Fig. 103 S. 118).

Stammranken. — Fadenförmig verlängerte Zweige, welche sich, ohne Laubblätter zu erzeugen, um gegebene Stützen schraubig winden, werden Stammranken (Cirrhi) genannt. Die blattgegenständigen Ranken von Vitis vinifera (Fig. 151) und Ampelopsis hederacea (Fig. 152) werden unter Umständen zu Trägern der Inflorescenz, oder erzeugen, an Mauern sich anlegend, die oben bereits erwähnten Haftscheiben (Fig. 153) mit Fortsätzen in das stützende Substrat hinein, wodurch außer der Erhöhung der Adhäsion auch die Aufgabe der Nahrungszufuhr übernommen zu werden scheint. Die Adhäsion der Ranken von Ampelopsis ist eine so innige, daß nach Darwin fünf Zweige mit Haftscheiben ausreichen würden, ein Gewicht von 5 Kilogramm zu tragen. Ranken sind keineswegs immer morphologisch Stammgebilde; es vermögen

auch Blattstiele (Clematis), Nebenblätter (Smilax [Fig. 98]) und Wurzeln sich dem Zwecke der Ranken anzupassen. In der Regel sind die Ranken reizbar durch sanfte Reibungen, Berührungen, Licht, wofür Charles Darwin[1] interessante Beobachtungen beibringt, und das Winden wird mechanisch, wie de Vries

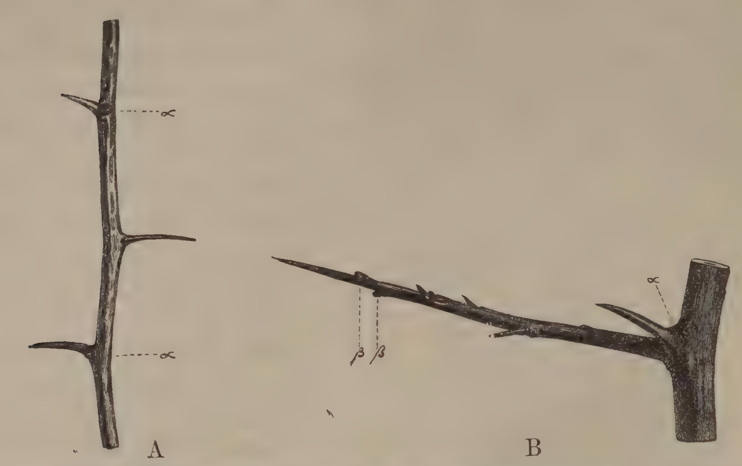


Fig. 145. Dornen von Crataegus oxyacantha aus normalen Knospen. A einfacher Dorn; α Nebenknospe. — B Verzweigter Dorn mit Kurztriebknospen (β); α einfacher Dorn aus einer Nebenknospe.



Fig. 146. Mehrfach verzweigter Dorn von Crataegus oxyacantha horrida.

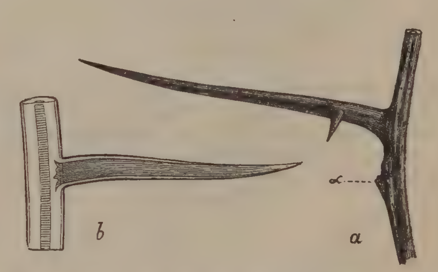


Fig. 147. Verzweigter Dorn von Gleditschia sinensis aus einer überzähligen (Neben-) Knospe oberhalb der Achselknospe (α); b Längsschnitt mit Mark, Holzkörper und Rinde.

nachweist[2], durch ein stärkeres Wachsthum der convexen Seite bewirkt, während die concave, der Stütze anliegende Seite in ihrem Längenwachsthum verzögert, wohl gar verkürzt wird.

---

[1]) Ch. Darwin, die Bewegungen und Lebensweise der kletternden Pflanzen. Aus dem Englischen von J. V. Carus. Stuttgart 1876.

[2]) H. de Vries in J. Sachs: Arbeiten des botan. Instituts in Würzburg. Heft 3.

Langgedehnte Zweige mit entfernt gestellten Internodien, welche an den Knoten d. h. in dem Winkel einer jeden Blattbildung erst Wurzeln treiben, dann beblätterte Kurztriebe entwickeln und so neue Pflanzen bilden, die fortleben, wenn man sie von der Mutterpflanze trennt, werden Ausläufer (Sarmenta s. Flagella)



Fig. 148. Verzweigte Dornen von Gleditschia triacenthos aus überzähligen Knospen.

genannt (Erdbeere; Saxifraga sarmentosa ꝛc.); dicke Ausläufer mit kurzen Internodien, die nur am Ende Wurzeln und beblätterte Triebe bilden, nennt man Sprosser (Stolones); z. B. Ájuga, Hieracium pilosella.

Lebensdauer der Stammaxe. — Die Dauer des Stengels, sowie die von demselben bedingte Lebensdauer der Pflanze überhaupt, erstreckt sich entweder nur auf eine oder auf mehrere Vegetationsperioden. Im letztern Falle fructificirt die Pflanze entweder, wie die der erstgenannten Gruppe ausnahmslos, nur einmal und stirbt dann ab (Plantae monokarpicae) oder die Fruchtbildung wird wiederholt (polykarpicae). Sobald die Vegetationsspitze einer Stammaxe sich zur Blüthe gestaltet, ist die weitere Entwicklung dieser Axe abgeschlossen. Trifft dieser Vorgang die Hauptaxe, so beendet er das Leben der Pflanze überhaupt, sofern nicht Achselsprossen die Vegetation zu verjüngen vermögen.



Fig. 149. Fruchtzweig von Rhamnus cathartica mit einem Dorn aus dem Endvegetationspunkte.



Fig. 150. Dornen aus dem Endvegetationspunkte (a) von Pyrus communis; b Zweigknospe.

Monokarpische Pflanzen, bei denen die Keimung und der Vegetationsabschluß in einer Vegetationsperiode erfolgt, heißen Sommergewächse (☉). Oft beansprucht die Generation zwei Vegetationsperioden, doch weniger als 12 Kalendermonate: Wintergewächse (☉). Die echt zweijährigen monokarpischen Pflanzen keimen im Frühjahr oder Herbst, fructificiren im folgenden Herbst oder im dritten Jahre, jedenfalls nach mehr als 12 Monaten (☉☉). Es giebt jedoch auch vieljährige monokarpische Gewächse. Manche Palmen mit terminalem Fruchtstande, z. B. Metroxylon Sago, die echte Sagopalme, sind monokarp, werden aber erst in höherem Alter mannbar. Eine Species



Fig. 151. Blattgegenständige Ranken von Vitis vinifera, die mittlere in einen Blüthenzweig umgebildet. α Nebenblättchen, Achselknospe und Blattgelenk. b Blüthe vgr.; c Blattzelle von Phylloxera (vgr.), von der Unterseite; d dgl. Schlupfloch auf der Oberseite (1/2 nat. Gr.)

der Palmengattung Fourcroya soll erst mit 300 Jahren die Pubertät erreichen, dann aber eine Blüthen-Rispe fast von der Länge der ganzen übrigen Pflanze ausbilden und nach deren Reife absterben. Der Drachenblutbaum (Dracaena draco), eine Liliacee, erzeugt einen großen gipfelständigen Blüthenstand, treibt



Fig. 152. Blattgegenständige Ranken von Ampelopsis hederacea; links oben in einen Blüthenzweig umgebildet; bei α Blattrudimente (1/2 nat. Gr.).

nach dessen Abfall neue Seitensprosse, welche bis zu neuer Floration 10 bis 20 Jahre brauchen. Viscum album (Fig. 154) verhält sich — bis auf die alljährliche Fruchtbildung — ähnlich. Bei Agave americana stirbt zwar auch die Hauptaxe nach der im Alter von 20 bis 30 und mehr Jahren eintretenden Blüthe ab, verjüngt sich aber aus Seitenknospen durch neue vegetative Sprössen.



Fig. 153. Haftscheiben der Ranken von Ampelopsis hederacea (nat. Gr.).

Die polykarpischen oder ausdauernden Gewächse sind entweder „Stauden“: perennirende Pflanzen im engeren Sinne (Suffrutex s. Planta perennis, ♃), wenn nur der unterirdische Stengel (Rhizom oder Zwiebel) alljährlich neue Sprosse über den Boden emporsendet, welche blühen und Früchte tragen, aber nicht verholzen, sondern am Abschluß der Vegetationsperiode gewöhnlich bis auf den Wurzelstock absterben; oder Holzgewächse (Planta lignosa, ♄), bei welchen auch die oberirdischen Stammaxen verholzen und aus oberirdischen Knospen sich verjüngend, eine lange Reihe von Jahren fortvegetiren. Die Holzgewächse sind Bäume (Arbor) mit nur einem Hauptstamme, oder Sträucher (Frutex), wenn

sich der Stamm über der Wurzel in mehrere annähernd gleich starke und auf nahezu gleicher Höhe entspringende Aeste zertheilt, welche keine eigentliche Krone bilden. Gewöhnlich verzweigen sich diese Aeste an ihrer Basis und treiben Adventivwurzeln, so daß sie auch vom Mutterstamme getrennt fortwachsen können, während sich in manchen Fällen zugleich an den Wurzeln Stammadventivknospen bilden.

Das Alter, welches Holzgewächse zu erreichen vermögen, wird zwar nach Maßgabe des Stammumfanges oder auch nach Bohrspänen, welche mittelst des Preßler'schen Zuwachsbohrers gewonnen wurden,[1]) nicht selten überschätzt, zählt aber in einzelnen Fällen nach Jahrtausenden. Der Drachenblutbaum von Orotava,

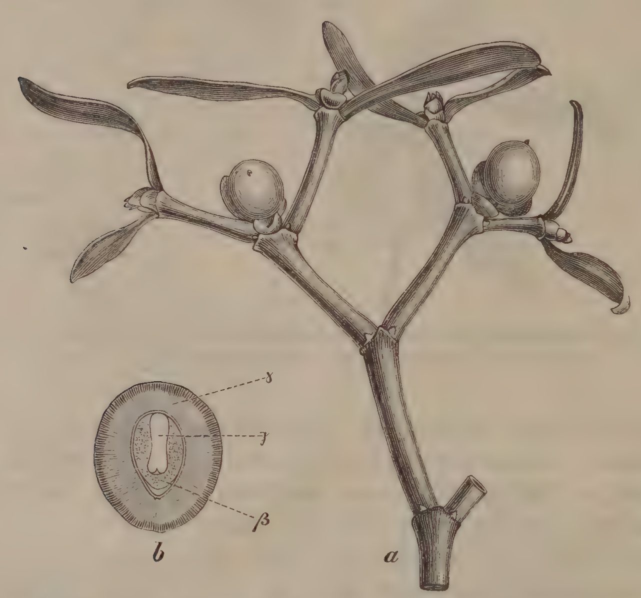


Fig. 154. a Fruchtstand und Bildung der Verjüngungssprosse von Viscum album (nat. Gr.). b Same mit Steinschale (α), Endosperm (β) und Embryo (γ) (vgr.).

eines der ältesten vegetabilischen Denkmäler unseres Planeten, mag das Alter der ägyptischen Pyramiden überragen. Ein Mammuthsbaum, Sequoja gigantea, in Californien, den man „Old Maid" nannte, und den Amerikanische Journale auf „mehrere tausend" Jahre schätzten, wurde vor einigen Jahren vom Sturm gebrochen, worauf ihn E. de la Rue behobeln ließ und auf einem Durchmesser von 26' 5" 9''' 1234 Jahresringe zählte. Ein völlig kerngesunder Baum gleicher Art von 29' 2" Diam. ergab 3000 Jahresringe, und der „Vater des Waldes", ein anderer 450' hoher Mammuthsbaum in Californien mit 35' Querdurchmesser,

[1]) Die äußeren Jahresringe sind stets beträchtlich enger, als die inneren; der Zweck des letztgenannten ingeniösen Instrumentes liegt ja auf ganz anderem Gebiete.

dem eine 325′ hohe „Mutter des Waldes“ zur Seite steht, wird auf 5000 Jahre geschätzt. Eine virginische Cypresse, Taxodium distichum, auf Oaxaca soll 2300 Jahre alt sein. In Europa hat wohl die Eibe die ältesten Individuen aufzuweisen. Einzelne Exemplare derselben in England und Schottland werden auf 2500 bis 2800 Jahre geschätzt. Der berühmten Kastanie am Aetna legt man ein Alter von 2900, einzelnen Cypressen, Cupressus sempervirens, von mehr als 2000 Jahre bei. Einzelne Oelbäume, Platanen (im Morgenland), Pomeranzen werden auf 700 Jahre geschätzt, Cedern auf 800. Hedera helix erreicht 400 bis 500, bisweilen selbst 800 Jahre. Der noch lebende Epheu an der Abtei zu Fountair war bereits 1132 ansehnlich. Bei der Eiche ist die Schätzung besonders schwierig. Zu Schwerin war 1861, gelegentlich der Versammlung Deutscher Land- und Forstwirthe, eine eichene Tischplatte ausgestellt, welche bei einem mittleren Durchmesser von 4′ nur 50 Jahresringe zählte! Dagegen wurde in Litthauen im Jahre 1812 eine Eiche gefällt mit 710 gesunden und präsumtiv 300 ausgefaulten (Kern-) Ringen. Die „große“ (jetzt todte) Linde zu Neustadt am Kocher, an welche 1229 die zerstörte Stadt Helmbundt versetzt wurde, hatte, dem bekannten 1447 verfaßten Gedichte zufolge 67 Stützen; im Jahre 1752, wo sie bei 27 Schuh Dicke einen Kronenumfang von 403 Schuh besaß, war die Zahl der steinernen Pfeiler, auf denen die Aeste ruhten, bereits auf 82 gestiegen.[1]) Die ältesten Ulmen sind etwa 400 bis 500 Jahre alt. Decandolle schätzt die ältesten Larix europaea in Böhmen auf 576, Schacht einige alte Tannen im Thüringer Walde auf 700 Jahre. Die weithin bekannten „alten Tannen“ des Forstreviers Olbernhau im Sächsischen Erzgebirge, ein Hochwald über dem Hochwalde, zählen 200 bis 500 Jahre.[2]) Auch Esche, Buche, Wallnuß, Schwarzkiefer, gemeine Kiefer sollen ein Alter von 500 Jahren, der Wachholder (nach Decandolle) von 380, die Fichte von mehr als 300 Jahren erreichen. Populus nigra wird wahrscheinlich über 300, Ilex aquifolium über 250, Salix alba, Carpinus betulus, Alnus glutinosa, Prunus avium an 200 Jahre alt. Populus tremula höchstens 130, Betula alba als Baum 120 Jahre, ist dann sehr kernfaul, wie vorige. Die Angaben über einen alten Birnbaum zu Pegau in Sachsen, unter welchem angeblich bereits Melanchthon Birnen aß[3]), der also mindestens gegen 400 Jahre alt sein würde, erscheinen auf Nachfrage an Ort und Stelle mehr als zweifelhaft. Prunus domestica wird als Kernstamm 80 Jahre, als Wurzelbrut höchstens 50 Jahre alt. Diese Maximalzahlen repräsentiren Ausnahmen. Im Allgemeinen werden nur wenige Bäume über 100 bis 200 Jahre alt.

Im Anschluß an vorstehende Ziffern über das Alter der Bäume mögen einige Notizen folgen über extreme Massenbildung und Umfangs-Entfaltung einzelner Baum-Individuen. Von den australischen Gummibäumen erreichte, nach F. Müller (Journ. of Botany), ein Kauri-Eucalyptus (E. colossea) am Warren-

---

[1]) Physikalische Belustigungen, herausgegeben von Mylius. 1752. XXI. S. 339.

[2]) F. A. Schaal: Die alten Tannen des Staatsforstreviers Olbernhau. Tharander forstl. Jahrb. **23** (1873). S. 296.

[3]) A. Gräße, Sagenschatz des Königsreichs Sachsen, Nr. 462, die Melanchthonsbirne zu Pegau.

flusse im westlichen Australien eine Höhe bis gegen 400 Fuß, ein E. amygdalina von 500 Fuß. Der Stammumfang des letzteren betrug in $1^1/_4$ m Höhe 81 Fuß. Im hohlen Stamme des ersteren konnten sich bequem drei Reiter mit ihren Rossen tummeln. Die oben erwähnte Sequoja, „Old Maid", maß nach de la Rue 26′ 5″ 9‴ im Durchmesser. Ein anderes Exemplar gleicher Art 35 Fuß bei 450 Fuß Höhe. Die stärkste der Olbernhauer Tannen, die „Königstanne", ein vielbesuchter Ueberständer, hat nach Herrn Forstmeister Schaal's Angaben in $1{,}_4$ m Höhe $2{,}_{07}$ m Durchmesser, bei $47{,}_4$ m Höhe. Ihr Schaftinhalt wurde zu $57{,}_{43}$, ihr Reisiggehalt zu $14{,}_{36}$ (zusammen $71{,}_{79}$) Festmeter berechnet. Ein alter Eibenstamm in Schottland war bei 210 Jahresringen 228‴ stark, im Durchschnitt also 1‴ Zuwachs p. a. Die vielleicht stärkste Rüster Europas (Ulmus campestris L.), die „Schinsheimer Effe" zu Schinsheim in der Rheinpfalz ist nach der Messung von C. F. Seidel[1]) etwa 30 m hoch und mißt in 1 m Höhe $13{,}_{19}$ m im Umfange. Die oben erwähnte Linde zu Neustadt besaß, demselben Beobachter zufolge, einen Umfang von 11 m.

Organisation der Stammaxe. — Jede Axe, ob Haupt- oder Nebenaxe, besteht in ihren Anfängen aus Urmeristem, aus dessen drei Schichten, dem Dermatogen, Periblem und Plerom, wie oben (S. 64) entwickelt, sich die Oberhautgewebe, Grundgewebe, Gefäßbündel oder Fibrovasalstränge hervorbilden. Hinsichtlich der Anordnung der Gefäßbündel unterscheidet sich aber die Stengelaxe der Dikotyledonen von der der Monokotyledonen, und zwar liegt der Hauptunterschied darin, daß bei ersteren die Gefäßbündel sich schon im ersten Jahre zu einem Ringe zusammenschließen, wodurch die Grundgewebsmassen, welche die einzelnen Bündel trennen, zu Markstrahlen zusammengepreßt werden, und daß bei fortdauerndem Wachsthume des Stengels die bei der ersten Anlage bereits gebildeten Gefäßbündel sowohl in die Länge als auch in die Dicke fortwachsen; während bei den Monokotyledonen geschlossene und in der Regel zerstreute Gefäßbündel im Inneren des Stammes auftreten, welche sich mit der Dickenzunahme des letzteren vom Verdickungsring aus durch Theilung der bereits vorhandenen Gefäßbündel vermehren, und stets durch größere Massen des Grundgewebes von einander getrennt sind.

Stamm der Dikotyledonen. — In Folge der Anordnung der Gefäßbündel kann man am Dikotyledonenstengel stets mehr oder minder deutlich Mark, Holz, Rinde und Markstrahlen unterscheiden.

Mark. — Das Mark (Medulla) besteht wenigstens in der Jugend aus rundlichem oder polyedrischem, relativ dünnwandigem Zellgewebe (Fig. 24; 25) und füllt den von den Gefäßbündeln umschlossenen Raum, den Markkanal, aus, zerreißt aber später öfter und wird theilweise zerstört, indem Luftlücken an seine Stelle treten (Umbelliferen). Die Zellen, aus denen das Mark besteht, sind größer, als die meisten anderen Zellen und sehr gleichmäßig in der ganzen Ausdehnung des Markes; doch zeigen einige Bäume (Esche, Roßkastanie) da, wo die Blätter entspringen, ein

[1]) Sitzungsber. der naturwissensch. Gesellschaft Isis in Dresden. 1878. S. 44.

festeres Mark. In der Jugend ist das Mark stets safterfüllt und grünlich gefärbt und enthält nicht selten assimilirte Stoffe, namentlich Stärkemehl, abgelagert; später entleeren sich die Zellen, vertrocknen und sind meist weiß oder braun und ihre Wände zuweilen stark verdickt und verholzt (Buche), so daß es dann oft, zumal wenn der Umfang des Markes gering ist, dem unbewaffneten Auge schwer fällt, dasselbe aufzufinden. Der Markkanal ist meist cylindrisch, zuweilen aber auch prismatisch, und zwar je nach der Zahl der ihn umschließenden Gefäßbündel dreiseitig (Birke), fünfseitig (Eiche) oder vielseitig (Fichte) ꝛc. Der Umfang des Markes ist bei den verschiedenen Holzarten sehr verschieden, je nachdem die Theilungsfähigkeit der peripherischen Bildungszellen früher oder später erlischt. Durch einen sehr dünnen Markcylinder sind die Mehrzahl der harten Holzarten ausgezeichnet, desgleichen die Fichte, Kiefer, Ostrya. Ein besonders weites Mark besitzen die Geisblattgewächse (Sambucus, Lonicera, Viburnum), ferner Salix, Berberis, Cornus, Aesculus, Acer, Juglans, Rhamnus, Philadelphus, Spiraea, Rhus, Rosa, Robinia, Fraxinus. Mit dem Alter der Pflanze pflegt die Weite des Markes etwas abzunehmen. Nur ausnahmsweise führt auch das Mark zerstreute Gefäßbündel (Apocyneae, Solaneae), oder Siebröhren (Vinca minor, Fig. 58). Bei Sambucus finden sich im Mark, wie in der Rinde, Saftschläuche, welche auf dem Querschnitt als braune Pünktchen (Fig. 24), auf Längsschnitten als lange Streifen erscheinen. Diese Gebilde entstehen nach Oudemans[1]) im Meristem der Endknospen aus Reihen länglicher Zellen mit anfangs deutlichen, bald unsichtbar werdenden Querwänden. Ein brauner Körper in diesen Zellen quillt bei Wasser- oder Alkoholzusatz stark auf.

Der Holzkörper. — Das Mark ist ringsum von Gefäßbündeln umgeben, welche zunächst nur Ring- und Spiralgefäße enthalten, und so die Markscheide oder Markkrone (Vagina medullaris) bilden, die mit den später hinzukommenden Holzzellen und Gefäßen den ersten oder innersten Holzring darstellt. Die Markscheide giebt Gefäßbündelzweige an die Blätter und an die in deren Achseln entspringenden Knospen ab, weshalb auch die Gefäßbündel der jungen Triebe anfangs nur Ring- und Spiralgefäße enthalten, zu welchen erst später Holzzellen und nach Umständen punktirte, getüpfelte oder gestreifte Gefäße hinzutreten. Auch bei den Nadelhölzern und Cycadeen, welche sonst im Holze keine Gefäße enthalten, bilden sich solche in der Markscheide und gehen von dieser aus in die Blätter. Die Markscheide der Coniferen besteht aus 2 bis 5, selten mehr Zellagen. In der Jugend sind deutliche Querwände vorhanden, welche in älteren Zweigen verschwinden und der Bildung wahrer Gefäße (Ring- und Spiralgefäße, bisweilen auch getüpfelte, netz- oder treppenförmig verdickte Gefäße) Raum geben. Bei allen ausdauernden Gewächsen, deren Wachsthum durch den Winter unterbrochen wird, insbesondere bei unseren Holzgewächsen, entsteht dann in jedem Jahre durch die Fortbildung der Gefäßbündel in die Dicke ein neuer Holzring oder Jahresring, dem gleichzeitig ein Ring in der secundären Rinde entspricht, in welchem sich aber keine Spiral-

[1]) Flora **56** (1873), Nr. 4.

gefäße mehr finden, sondern nur gestreifte, punktirte oder getüpfelte Gefäße, Holzzellen (Tracheiden), und, wenigstens bei den meisten Laubhölzern, auch Holzparenchym. Die Tracheiden sind sehr selten in den Laubhölzern; in den Coniferen bilden sie den Hauptbestandtheil des Holzes. Auf gleiche Weise verhalten sich viele (keineswegs alle) Bäume der Tropen, welche periodisch ihre Blätter abwerfen und ihre Knospen schließen (Adansonia digitata), während andere mit sehr kurzer Wachsthumsunterbrechung, wie einige Lorbeer-Arten, nur Andeutungen von Jahresringen zeigen, welche endlich jenen Bäumen ganz fehlen, bei welchen gar kein Stillstand im Wachsthume eintritt, z. B. Araucaria brasiliensis, Coffea arabica, Erica arborea &c.

Den Abschluß eines jeden Jahresringes bildet nach außen eine schmale, gefäßlose oder gefäßarme Schicht verdickter, in der Richtung des Radius abgeplatteter Zellen — die Grenzzone —, durch welche benachbarte Jahresringe mehr oder weniger deutlich von einander unterscheidbar sind. Außer dieser Grenzzone kann man, wenigstens bei allen Bäumen, deren Längenwachsthum sich nicht bis zum Herbste erstreckt, bisweilen noch zwei Schichten unterscheiden, die aber zumeist ganz allmählig in einander übergehen; nämlich eine innere, weichere, welche bei den Laubhölzern aus zahlreichen, oft weiten Gefäßen und aus Holzzellen mit weniger stark verdickten Wänden besteht, und eine äußere, zwischen jener und der Grenzzone liegende, härtere, meist dunkler gefärbte Schicht, deren Gefäße enger und weniger zahlreich, und deren Holzzellen stark verdickt und fest unter einander verbunden sind. Bei den Nadelhölzern, deren Holz, abgesehen von dem sparsam darin vorhandenen Parenchym, in welchem sich das Harz bildet und ansammelt, nur aus Holzzellen gebildet wird, sind die Zellen der inneren Schicht weiter und dünnwandig, die der äußeren enger und dickwandig (Fig. 27, S. 62). Da demnach der dichte und meist dunkler gefärbte Theil eines jeden Jahresringes stets unmittelbar an den am wenigsten dichten und heller gefärbten Theil des darauf folgenden Jahresringes grenzt, so lassen sich in der Regel die einzelnen Jahresringe mehr oder minder deutlich von einander unterscheiden. Man pflegte bisher anzunehmen, auf die verschiedene Bildung des Jahresringes seien in unserem Klima die verschiedenen Jahreszeiten und die von diesen bedingten Entwicklungsperioden der Holzgewächse von wesentlichem Einflusse. Im Frühlinge, wo „der Saftstrom am lebhaftesten" sei, werden die meisten Gefäße gebildet, und die Zellen bleiben dünnwandig, weil die Pflanze einen großen Theil der Nahrung auf die Verlängerung der Triebe und die Ausbildung der Blätter verwenden müsse, weshalb das während dieser Zeit entstandene Holz — das Frühlingsholz —, d. h. der innerste Theil eines jeden Jahresringes, immer weicher und weniger dicht sei; wenn aber das Längenwachsthum der Triebe und die Ausbildung der Blätter vollendet und der Saftstrom weniger lebhaft sei, entstehen stark verdickte Holzzellen und nur wenige oder doch merklich engere Gefäße, daher ein dichteres Holz — das Herbstholz. Diese Vorstellung, welche die Erscheinung nicht eigentlich erklärt, steht im Widerspruch mit der Thatsache, daß in Gewächshäusern mit constanter Temperatur ebenso regelmäßige Jahresringe gebildet werden, wie die gleiche Baumart sie im Freien, unter wechselnden Tem-

peratur-Perioden, ausbildet; daß ferner in der gemäßigten Zone Nord-Amerika's, nach Ch. Warring[1]), gewisse Baumgattungen keine Spur, manche Tropenhölzer dagegen sehr deutliche Jahrring-Bildung zeigen. Daß endlich auch der Wechsel der Feuchtigkeit nicht allein maßgebend sein kann, beweist die Mangrove (Rhizophora Mangle), welche in den schlammigen tropischen Flußufern sehr scharf begrenzte Jahresringe erzeugt. Neuerdings ist von J. Sachs die Vermuthung aufgestellt worden, daß vielmehr der variable Rindendruck es sei, welcher die verschiedene radiale Ausdehnung der Frühjahrs- und Herbstzellen verursacht. Am geringsten ist der Rindendruck im Frühjahr, wo die Winterfeuchte der Rinde unter dem Einfluß des Auflösungsprozesses der Reservestoffe, welcher die cambialen



Fig. 155. Stammscheibe von Picea vulgaris (entrindet), 103 Jahre alt, mit 13jährigem schnabelförmig überwalltem Frostriß ($^1/_3$ nat. Gr.)

und parenchymatischen Regionen strotzend mit Saft füllt, ihre Längsrisse vergrößert und dadurch nachgiebiger wird. In dem Maße, als der Holz- und Rindenring an Breite zunimmt, während zugleich die Sommerhitze die Borke austrocknet, muß der Druck des Rindenmantels auf die jungen Holzzellen sich steigern und deren Ausdehnung in radialer Richtung hemmen. Diese Vermuthung hat H. de Vries experimentell bestätigt durch Versuche, welche, im Forstgarten zu Tharand wiederholt, ein analoges Ergebniß lieferten, und bei denen der Rindendruck auf das Cambium künstlich theils erhöht (durch Umwinden einzelner Stammpartien mit Bindfaden oder Bleiband), theils (durch Längseinschnitte in Rinde und Bast) ver-

[1]) Americ. Journ. of Science 1878.

mindert wurde. Im ersteren Falle wurde ein local schmälerer Holzring mit vorherrschendem Herbstholz und (bei Laubhölzern) minder zahlreichen, sowie kleineren Gefäßen erzielt. Den entgegengesetzten, der Voraussetzung entsprechenden Erfolg hatte die zweite, auf Verminderung des Druckes abzielende Operation. Die Wirkungen ausdauernder Schlinggewächse auf den Holzkörper des umschlungenen Stammes (Fig. 139 B), andererseits manche Ueberwallungserscheinungen (Frostrisse [Fig. 155]) lassen sich in gleicher Richtung deuten. Jedenfalls hat der Rindendruck eine beachtenswerthe Mitbetheiligung an dem Zustandekommen des Frühjahrs- und Herbstholzes im Jahresringe.

Die Vollendung des Längenwachsthums der Triebe wird durch den Schluß der für das nächste Jahr bestimmten Terminalknospe bezeichnet.

In den ersten Jahren ist das abgelagerte Holz noch weich und blaß, indem die Zellen, namentlich der Markstrahlen, noch mit Säften erfüllt sind. Es wird in diesem Zustande Splint (Alburnum) genannt; das ältere, saftlose, in der Regel dunkler gefärbte und stets festere Holz, in welchem die Markstrahlen verholzt sind, führt dagegen den Namen Kernholz (Lignum, Duramen). Letzteres ist zum Verarbeiten weit tauglicher, als der dem Verderben, und namentlich dem Wurmfraße in höherem Grade ausgesetzte Splint. Splint und Kernholz sind vorzüglich deutlich bei den härteren, langsam wachsenden Holzarten unterschieden, weniger deutlich bei den schnellwachsenden Pappeln, Weiden ꝛc. Die Umwandlung des Splintes in Kernholz erfolgt bei manchen Bäumen frühzeitig (Morus, Juglans), bei anderen sehr spät. Die dunklere Farbe des Kernholzes mancher Bäume (Eiche, Lärche, Kiefer, Maulbeerbaum, Ulme ꝛc.) hat ihren Grund in einer Veränderung der Holzsubstanz durch Bildung von Ulminsäure und dergl. aus dem Inhalte der Zellen, insbesondere des Holzparenchyms; wie nach Mulder die schwarze Farbe des Ebenholzes (Diospyros Ebenum) von einer Umwandlung der Holzsubstanz in Humuskohle herrührt. Indessen ist die Farbe allein nicht maßgebend für die Unterscheidung von Kern und Splint. Letzterer dient mehr oder minder dem Stoffwechsel, als Ablagerungsort der Reservestoffe in der Vegetationsruhe, welche in die entsprechenden Zellen der inneren Jahresringe nicht mehr eindringen[1]) oder wenn sie in kleinen Mengen gefunden werden, als Ueberbleibsel früherer Einlagerungen anzusprechen sind. Zur Emporleitung des Wassers von den Wurzeln her bleibt auch das Kernholz, namentlich das nicht gefärbte, in gewissem Grade fähig.

Die Dicke der Jahresringe variirt nach der Baumart, dem Alter und Standorte. Weiden und Pappeln wachsen rascher, d. h. machen breitere Jahresringe, als Buchen und Eichen; durch auffallend breite Jahresringe ist die jetzt in den Gärten nicht selten gezogene Paulownia imperialis aus Japan ausgezeichnet, durch sehr schmale dagegen die Eibe, der Buchsbaum ꝛc. Gewöhnlich nehmen die Jahresringe unserer Waldbäume bis zu einem gewissen Alter von innen nach

[1]) A. Gris (Compt. rendus **62**, 438) fand die Reservezellen eines im März gefällten 400jährigen Eichenstammes bis zum Mark einschließlich gefüllt mit Stärkemehl. In einer 85jährigen Rothbuche waren im April die 15 jüngsten Holzlagen, in einem 98jährigen Eichenstamm die 20 jüngsten Jahresringe stärkehaltig ꝛc. — Vgl. auch C. Sanio, Untersuchungen über die im Winter Stärke führenden Zellen ꝛc. Halle 1858.

außen an Breite zu, worauf sie wieder bei weiter vorrückendem Alter schmaler werden. Im hohen Norden und auf hohen Bergen haben die Nadelbäume schmalere Jahresringe, als in südlichen Gegenden und in der Ebene; die Eiche bildet gleichfalls in der Ebene breitere Jahresringe, als im Gebirge. Ein Baum, der viele Zweige treibt, bildet einen stärkeren Jahresring, als ein Individuum derselben Art mit wenigen Zweigen, weshalb freistehende Bäume breitere Jahresringe haben, als im dichten Schlusse erwachsene.

An den oberen Partien des Stammes, und namentlich (wenn auch nicht ausschließlich) im Bereich der Laubkrone sind die Jahresringe oft 2—3 mal stärker, als in den unteren Partien, in Folge dessen die Stämme, besonders die im Schlusse wachsender Bäume, anstatt der zu erwartenden rein konischen eine nahezu cylindrische Form annehmen. Sofern diese Ungleichheit der Jahrringbreite über das rein mechanische Verhältniß hinausschreitet, demzufolge die gleiche Masse von Bildungsstoff an dem umfangreichen Stammabschnitte eine schmalere Ringzone repräsentirt, als an den dünneren Stammtheilen, dürfte der Grund für die überlegene Größe der Jahresringe in den oberen Stammpartien einestheils darin zu suchen sein, daß die den assimilirenden Blattorganen benachbarten Zweige, Aeste und Stammpartien das organische Bildungsmaterial zunächst in Anspruch nehmen; andererseits aber darin, daß die jüngeren Stammtheile eine elastische Rinde besitzen. Auch mag die Bewegung und Beugung der oberen Stammtheile durch den Wind dazu beitragen, die Elasticität und Nachgiebigkeit der Rinde zu erhöhen, d. i. den Rindendruck abzumindern. In sehr exponirter Lage führt die stärkere Ausbildung der Jahresringe in der Richtung der herrschenden Winde nicht selten eine entsprechende Neigung der gesammten Laubkrone herbei. Der Jahresring am Fuß der Stämme hat ferner ein beträchtlich höheres Maß von Herbstholz, während in den höheren Stammpartien die Frühjahrsholzzellen obwalten, was der Widerstandskraft und technischen Brauchbarkeit der unteren Stammabschnitte zu Statten kommt.

Im Gegensatz hierzu ist bei manchen Bäumen (Alnus, Sorbus aucuparia rc.) an der Basis des Stammes eine oft sehr beträchtliche Anschwellung wahrzunehmen, der sogenannte Wurzelanlauf, welchen H. v. Mohl[1]) zurückführt auf eine Stauung der absteigenden Bildungsstoffe am Fuß des Baumes, weil hier die verticale Richtung des Stammes in die horizontale oder schräg absteigende der Wurzeläste übergehe. Eine Stauung der Bildungsstoffe findet allerdings beim Uebergange des Stammes in die Wurzeln statt, allein es dürfte dafür weniger die veränderte Richtung maßgebend sein, als die Thatsache einer plötzlichen und oft beträchtlichen Abnahme des Gesammtquerschnitts der Wurzeläste im Vergleich zum Stamme, wodurch die Bahn verengt wird. Eine ähnliche plötzliche Verjüngung bieten manche Baumstämme, besonders Obstbäume, an der Pfropfstelle, doch auch Linden rc. dar (Fig. 156), sofern die Wachsthumsenergie des Wildlings und Edelstammes nicht congruiren.

---

[1]) Botanische Zeitung **20** (1862).

Eine richtig ausgeführte Aufastung erhöht die Vollholzigkeit (Formzahl) der Baumstämme (de Courval, Vorländer, Preßler, Nördlinger), allerdings auf Kosten des absoluten Massenzuwachses, wie a priori vorauszusetzen und durch Messungen nachgewiesen wurde.[1]). Der Jahresring in den oberen Stammpartien nimmt nach der Fortnahme lebender Aeste relativ an Breite zu, am Fuße relativ ab. Der Ausfall der Arbeitsorgane entnommener Aeste beeinträchtigt vornehmlich die



Fig. 156. Pfropfstelle eines Birnbaums nach 11jährigem Wachsthum. A (1/2 nat. Gr.) a Wildstamm; b Edelstamm. Bei c ist die Rinde stärker geschrumpft, als der Holzkörper, daher letzterer etwas entblößt. — B (nat. Gr.) Querschnitt durch den Edelstamm, C durch den Wildling. Die senkrechte Schraffirung bezeichnet das Wachsthum vor der Veredlung, das nicht Schraffirte den 11 1/2 jährigen Nachwuchs.

abwärts belegenen Stammabschnitte, während der stärkere Zustrom zu den verbliebenen Kronengliedern diese begünstigt.

An der Sonnenseite, oder an Waldrändern, wo sich die Wurzeln und die Krone einseitig frei ausbreiten können, und daher auch eine einseitige Steigerung der Assimilation stattfindet, sind die Jahresringe oft breiter, als an der entgegengesetzten Seite, wodurch der Stamm excentrisch wird, indem das Mark nicht mehr in der Mitte liegt. Ein spanrückiges Wachsthum, bei welchem verticale Schwielen, wechselnd mit Furchen, am Stamme herablaufen, in der Regel einen Wurzel- und Stammast verbindend, bietet in besonders hohem Grade die Hainbuche,

[1]) M. Kunze, Tharander forstl. Jahrb. **25** (1875), 97.

Carpinus Betulus L., dar. Zuweilen besteht auch eine Jahreslage abnormer Weise aus zwei Ringen (Doppelring), indem mitten in derselben, oft nur einseitig, eine dichtere Schicht bemerkbar wird (hier und da bei Ulmen und anderen Bäumen), eine Erscheinung, auf die ohne Zweifel Witterungsverhältnisse, welche während der Vegetation periodisch den Rindendruck abschwächten, von Einfluß sind. Uebrigens ist die ziemlich allgemein verbreitete Meinung, daß Bäume mit breiten Jahresringen, ein leichteres, poröseres und schwammigeres Holz hätten, als Bäume derselben Art mit schmalen Jahresringen, im Allgemeinen nur in Bezug auf die Nadelhölzer richtig, nicht aber in Bezug auf die Laubhölzer, wo es höchstens bei ungewöhnlich üppigem Wuchse in Folge eines nassen Standortes, oder in einer sehr feuchten und warmen Atmosphäre (in Gewächshäusern ꝛc.) der Fall ist. Aus directen Beobachtungen und Versuchen[1]) geht sogar hervor, daß unter gewöhnlichen Umständen und Standortsverhältnissen das specifische Gewicht, und somit die Brennkraft des Holzes einer und derselben Laubholzart mit der Dicke der Jahresringe wächst, oder wenigstens nicht abnimmt, wogegen bei den Nadelhölzern das umgekehrte Verhältniß eintritt.

Bei den Nadelhölzern besteht, wie bereits erwähnt, das Holz aus wesentlich gleichförmig gebildeten getüpfelten Holzzellen, eine Eigenheit, die es möglich macht, das Nadelholz auch noch in der Braunkohle und im versteinerten Zustande zu erkennen. Nur in geringeren Massen tritt hier und da, zwischen den Markstrahlen zerstreut, etwas dickwandiges Holzparenchym auf (Zellgänge, Hartig; Markflecken, Nördlinger; Markwiederholungen, Roßmäßler). Die Zellen des Frühlingsholzes sind stets größer und dünnwandiger mit nach beiden Richtungen hin annähernd gleich weitem Lumen (Rundfasern), während die des Herbstholzes kleiner sind, dickere Wände haben, und ihr Lumen mehr und mehr in der Richtung der Tangente ausgedehnt erscheint, bis sie endlich in die in der Richtung des Radius stark abgeplatteten und stark verdickten Zellen der Grenzzone übergehen (Breitfasern); deshalb erscheint jeder Jahresring nach außen besonders dicht, hart und oft dunkler gefärbt (Breitfaserschicht), während er nach innen poröser, weicher und hell gefärbt ist (Rundfaserschicht). Es hängt daher hier das specifische Gewicht, und in Folge dessen die Brennkraft des Holzes einer und derselben Baumart, abgesehen vom Harzgehalte, von dem Verhältnisse der Breite der Herbstholzschicht zu der der Frühlingsholzschicht ab; da nun aber erstere sich unter allen Umständen ziemlich gleich bleibt, während letztere mit der Breite der Jahresringe zu- und abnimmt, so zwar, daß in kräftig gewachsenem Holze die Herbstholzschicht selten mehr, als den fünften bis sechsten Theil eines Jahresringes bildet, in dem mit sehr dünnen Jahresringen versehenen Holze dagegen (z. B. Brockenfichte, Kiefer vom Hauptsmoor bei Bamberg) nicht selten mehr als die Hälfte des ganzen Jahresringes einnimmt, so ist bei den Nadelhölzern das Holz mit schmalen Jahresringen dichter und schwerer, als solches mit breiten Jahresringen. Bei sehr lang-

---

[1]) Th. Hartig, Naturgeschichte der forstlichen Culturpflanzen. 207; 241. — H. v. Mohl, Botanische Zeitung **20** (1862).

samem Wuchse kann sogar die innere, weichere Schicht ganz oder fast ganz fehlen, so daß das Holz ganz gleichartig erscheint, und die einzelnen Jahresringe nicht mehr deutlich unterscheidbar sind. Die verhältnißmäßig bedeutendere Zunahme des Frühlingsholzes unter günstigen Zuwachsbedingungen rührt wohl kaum, der früheren Annahme gemäß, daher, daß das Längenwachsthum der Triebe länger andauert, und die Terminalknospen sich meist erst gegen Ende Juli schließen, demnach nur eine kurze Zeit zur Herbstholzbildung übrig bleibt. Sie läßt sich vielmehr mit der von Sachs gegebenen Anschauung recht wohl vereinbaren, insofern einerseits der Rindendruck (die Elasticität der Borke) von der Witterung beeinflußt in einer und derselben Vegetationsperiode thatsächlich Schwankungen unterliegt, andererseits, bei dem Zusammenhange der Assimilation mit der Transspiration, eine energische Vegetation von einer lebhaften Wasserströmung, welcher auch die Rindenschichten turgescent erhält, begleitet ist. Auf sehr nassem Standorte, wie auf nassem Moorboden, bilden die Kiefern oft doppelt so breite Jahresringe, als gewöhnlich; die Zellen derselben sind dann aber weit und schwach verdickt, das Holz daher durchaus locker, wie das Frühlingsholz bei normalem Wuchse.

Anders verhält es sich bei den Laubhölzern. Bei diesen besteht das Holz nicht nur aus Holzzellen, sondern auch aus Gefäßen, welche ziemlich weiträumig sind und, wenigstens im Alter, stets Luft führen, so daß sie auf feinen Querschnitten dem unbewaffneten Auge als kleine Löcher erscheinen; und zwar besteht gewöhnlich der zuerst gebildete Theil eines jeden Jahresringes aus weiteren und dünnwandigen Zellen und enthält mehr und größere Gefäße, der später gebildete aber aus engeren und dickwandigeren Zellen, während zugleich die Zahl der Gefäße mehr und mehr abnimmt, bis zuletzt der Jahresring von der erwähnten gefäßlosen Grenzzone geschlossen wird, die aus in der Richtung des Radius zusammengedrückt erscheinenden, stark verdickten Zellen besteht, deren Breite aber so unbedeutend ist, daß sie in den meisten Fällen selbst mit einer einfachen Lupe kaum zu erkennen ist, und daher keinen Einfluß auf die verschiedene Größe des specifischen Gewichtes ausüben kann. Die luftführenden Gefäße tragen aber offenbar dazu bei, das Holz locker und porös zu machen, so daß der Unterschied in der Dichtigkeit und Schwere des Holzes einer und derselben Art seinen Grund hauptsächlich in dem Verhältniß der Masse der Gefäße zu der der Zellen hat. Man muß jedoch in dieser Beziehung zunächst jene bei uns heimischen Holzarten, deren Längenwuchs bis zum Spätsommer andauert und deren Terminalknospen sich daher erst im Herbste schließen, wie die Weiden, Pappeln, Erlen, Birken, Haseln rc. (weiche Holzarten), von denen unterscheiden, deren Längenwachsthum sich auf eine kurze Zeit beschränkt, und deren Terminalknospen daher früh zum Schluß kommen, wie Eichen, Buchen, Hainbuchen, Ulmen, Eschen, Ahorn rc. (harte Holzarten). Bei jenen sind die Gefäße zumeist durch die ganze Breite der Jahresringe ziemlich gleichmäßig vertheilt und nehmen nach außen nur wenig an Zahl und Weite ab; ebenso sind die Holzzellen einander beinahe ganz gleich. Aus diesem Grunde unterscheidet sich der äußere Theil eines jeden Jahresringes von dem inneren nur sehr wenig in Bezug auf Dichtigkeit und Farbe, so daß das Holz fast gleichförmig erscheint, und nur

die äußerste Grenzzone in Form einer schmalen hellen Linie die einzelnen Jahresringe von einander scheidet. Dem entsprechend zeigt auch das Holz keinen wesentlichen Unterschied hinsichtlich der Dichtigkeit bei breiten und schmalen Jahresringen. Bei denjenigen Laubholzarten dagegen, deren Längenwachsthum zeitig beendigt ist, wächst unter normalen Verhältnissen die Dichtigkeit der gesammten Holzmasse mit der Breite der Jahresringe. Bei einem Theile derselben (Eschen, Eichen, eßbare Kastanie, Ulmen ꝛc.) stehen in der inneren Schicht der Jahresringe — dem Frühlingsholze — sehr weite Gefäße dicht beisammen und bilden eine stark poröse Zone, welche leicht von der dunkler gefärbten, mit weit engeren Gefäßen in relativ geringerer Zahl durchsetzten äußeren Schicht — dem Herbstholze — unterschieden werden kann. Die Breite der inneren porösen Schicht bleibt sich aber ziemlich gleich, die Jahresringe mögen breit oder schmal sein, während die äußere dichte Schicht mit der Breite der Jahresringe zu- und abnimmt, und bei sehr schmalen Jahresringen fast ganz verschwindet. Es ist daher natürlich, daß bei diesen Gattungen Holz mit breiten Jahresringen im Ganzen dichter ist, als solches mit schmalen Jahresringen, wie denn auch bei einem directen Versuche Th. Hartig's ein Kubikfuß Stieleichenholz mit sehr breiten Jahresringen ca. 7 Pfunde mehr wog, als ein Kubikfuß desselben Holzes mit schmalen Jahresringen. Bei der Buche, Hainbuche, beim Ahorn ꝛc. ist zwar der äußere, an die Grenzzone anstoßende, dichtere, nur von wenigen und sehr engen Gefäßen durchzogene, dunkler gefärbte Theil eines jeden Jahresringes gewöhnlich im Verhältniß zur ganzen Breite der Jahresringe nur schmal, und auch von dem inneren helleren Theile weniger scharf, namentlich bei breiten Jahresringen, abgegrenzt, nimmt aber auch mit der Breite der Jahresringe zu und ab, so daß er bei breiten Jahresringen doch ziemlich breit ist, dagegen bei sehr schmalen Jahresringen bis auf die Grenzzone ganz verschwindet. Der innere heller gefärbte Theil der Jahresringe wird hier ziemlich gleichmäßig von zahlreichen, aber engen Gefäßen durchzogen, die nach außen nur wenig an Weite und Häufigkeit abnehmen; allein die Zahl derselben wächst nicht im gleichen Verhältnisse mit der Breite der Jahresringe, so daß sie in breiten Jahresringen viel weiter von einander entfernt zwischen den dickwandigen Holzzellen stehen, als in schmalen, was gleichfalls zu der größeren Dichtigkeit breiter Jahresringe beiträgt. Demnach muß auch bei diesen Gattungen Holz mit breiten Jahresringen dichter sein, als solches mit schmalen. Daß aber auf diese Verhältnisse der frühzeitige Schluß der Endknospen doch von einigem Einflusse zu sein scheint, zeigen die „Wasserreiser“ oder wilden Schößlinge der Obstbäume ꝛc., deren Endknospen sich viel später schließen, als die eines normalen Triebes, deren Holz aber auch viel lockerer ist und wenig Herbstholz enthält. In Folge eines nassen Standortes sehr üppig gewachsene Stämme haben zwar breite Jahresringe, aber dennoch ein verhältnißmäßig lockeres und weiches Holz, weil die Zellen weiter und ihre Wände nicht in dem Maße verdickt sind, wie auf einem normalen Standorte; es tritt dann auch der Unterschied zwischen den beiden Schichten des Jahresringes nicht so deutlich hervor, und das Holz erscheint gleichartiger. Ebenso dürfen die schmalen Jahresringe verkümmerter Stämmchen nicht mit solchen nor-

mal gewachsener Bäume verglichen werden, indem bei jenen die Jahresringe nur verkleinerte Bilder der Jahresringe normal gewachsener Bäume darstellen.

Daß vorstehende Beobachtungen nicht ausnahmslos gelten, lehrt die Betrachtung des Holzes von Robinia, Morus, Vitis, welche einen sehr späten Knospenschluß, nichts desto weniger ringporige Jahresringe aufweisen. Immerhin geht aus den Beobachtungen hervor, daß die Schwankungen hinsichtlich der Schwere und Brennkraft einer und derselben Holzart wesentlich abhängig sind von der Breite der Jahresringe. Je schmaler bei Nadelhölzern und je breiter im Allgemeinen bei Laubhölzern die Jahresringe einer und derselben Holzart sind, desto dichter ist das Holz, desto größer also die Masse gleicher Raumtheile. Außerdem hat das Holz jüngerer Pflanzen und jüngerer Baumtheile, also das innere Holz älterer Baumtheile, auch der Zweige, engere Gefäße, als das jüngere Holz älterer Baumtheile (Splintholz, Mittelholz), weshalb gleiche Raumtheile des letzteren weniger Holzfasermasse enthalten, leichter und weniger brennkräftig sind, wenn nicht ein reichlicher Zellinhalt an Stärkmehl 2c. Gewicht und Brennkraft erhöhen, wie dies bei der Eiche in ausgezeichneter Weise der Fall ist.

Die Aeste der Bäume sind, wenn sie eine mehr oder minder horizontale Lage haben, in der Regel excentrisch gewachsen, indem die Jahresringe entweder auf der unteren (Nadelhölzer, Castanea) oder auf der oberen (Fagus, Tilia, Robinia) Seite dicker sind, als auf der entgegengesetzten Seite.[1] Die Excentricität der Wurzeläste ist, wenigstens an deren Ausgangspunkten vom Stamm, meistens derartig, daß die Mittelaxe in der unteren Hälfte des Querschnitts verläuft. Weiterhin ändert sich bisweilen das Verhältniß. Auch ist das Holz der Aeste in der Regel etwas dichter, der Durchmesser ihrer Holzzellen etwas geringer, als in dem zugehörigen Stammholze. Das Astholz der Nadelhölzer verhält sich in gewisser Beziehung zu dem Stammholze, wie das Holz eines verkümmerten zu dem eines kräftig gewachsenen Stammes.

Schiefer Verlauf der Holzfasern. — Fast immer zeigen die Holzfasern der Bäume einen mehr oder minder schiefen Verlauf (Fig. 3, S. 34), wodurch eine Windung der Stämme veranlaßt wird, die sich aber nur auf den Holzkörper, mit Ausnahme der Markscheide, und auf den Bast erstreckt, daher äußerlich zuweilen gar nicht sichtbar ist. Sogar fossile Hölzer zeigen bisweilen Drehsucht (Göppert). Die Richtung dieser Drehung ist bald constant, z. B. Pyramidenpappel rechts („sonnig"), Roßkastanie links („widersonnig"); bald ist die eine Richtung wenigstens bei Weitem vorherrschend, z. B. Birnbaum links; oder sie ist bald rechts, bald links, ohne daß eine Richtung besonders vorwiegend ist. Manche Bäume zeigen im Alter eine andere Drehungsrichtung, als in der Jugend. Kiefern und Fichten sind in der Jugend constant rechts gedreht; später wird die Drehung undeutlich, und häufig sogar links; die Linde scheint diese Umsetzung der Drehung regelmäßig zu zeigen. Wichura machte in Lappland an alten Fichtenstämmen die Beobachtung, daß die Drehung mit der Abnahme der Jahresringe zunahm. A. Braun

[1]) Nördlinger, der Holzring als Grundlage des Holzkörpers. Stuttgart 1871.

hat diese Erscheinung zum Gegenstand einer Untersuchung gemacht[1]) und glaubt, daß der schiefe Verlauf der Fasern bedingt werde durch das Längenwachsthum der Zellen in beengtem Raume, wodurch dieselben gezwungen werden, einander seitlich auszuweichen, daß aber auch wahrscheinlich eine schiefe Theilung der Zellen des Bildungsgewebes mitwirke. Sanio dagegen sucht den Grund der Erscheinung in der steten Einschaltung neuer Cambiumzellen an der an Breite zunehmenden Peripherie des Holzkörpers. Manchmal, und zwar häufiger bei freistehenden, als bei im Schlusse erwachsenen Bäumen, wird die Drehung, eine an sich fast allgemeine Erscheinung, so stark, daß sie schon außen an der Rinde sichtbar ist und der ganze Stamm ein gewundenes Ansehen erhält (Roßkastanien, Eichen, „Drehkiefern" ꝛc.). Solche gedrehte Stämme sind zum Schneiden von Brettern und zu Spaltwaaren weniger tauglich, verlieren auch sonst an Brauchbarkeit dadurch, daß sie bisweilen später, selbst nach der Verarbeitung, sich aufdrehen, oder ihre Drehung fortsetzen. Nicht ohne Grund vermeidet der Forstwirth gern die Samen drehwüchsiger Kiefern; wenngleich der Grad der Vererblichkeit der fraglichen Eigenthümlichkeit noch nicht genügend constatirt ist, so läßt doch das häufig gesellige (bestandsweise) Auftreten einer ausgeprägten Drehwüchsigkeit auf Vererbung schließen.

Da die Holzschichten sich alljährlich über einander legen, und der Stamm oder Zweig durch die periodische Entwickelung der Terminalknospen beständig in die Länge wächst, so kann man sagen, daß die Holzschichten gleichsam verlängerte Kegelmantel bilden, deren Spitze sich am Ende der in Rede stehenden Axe befindet und deren Basis bei den Hauptaxen bis zum Boden herab sich verlängert. Bei den Zweigen aber endigen die jährlichen Schichten an der Stelle, an welcher der Zweig sich von der Hauptaxe trennt. Da nun der Stamm alljährlich stärker wird und einen weiteren Abschnitt der Zweigbasis überwallt, so müssen auch die Jahresringe der Zweige in jedem Jahre etwas weiter von dem Ursprunge des Zweiges endigen. Hört ein Zweig aus irgend einer Ursache auf zu wachsen, so wird er allmählig von den Jahreslagen des Stammes überwölbt und eingeschlossen, wodurch die unliebsamen Hornäste in den Brettern entstehen. Ebenso wird jede durch Zufall oder absichtlich in dem Splint hervorgebrachte Verletzung (Holzschlägerzeichen, Inschriften ꝛc.) oder ein in demselben befestigter Gegenstand nach und nach durch die in den folgenden Jahren sich bildenden Holzschichten bedeckt und für die Zukunft erhalten. Werden dagegen solche Zeichen bloß in der Rinde angebracht, so pflegen sie nach einiger Zeit mit den äußeren Rindenschichten zerstört und abgestoßen zu werden.

Nicht immer verdickt sich jedoch der Stamm der Dikotyledonen auf diese normale Weise. Der Stamm von Phytolacca dioica in Südspanien, und von den baumartigen Chenopodiaceen der Kirgisensteppe zeigt auf dem Querschnitte, wie die Wurzel der Runkelrübe, Gefäßbündelkreise, welche durch Grundgewebe von einander getrennt sind, und deren immer mehrere in einem Jahre gebildet werden, während dagegen bei Menispermum-Arten und Cycadeen, welchen eine ähnliche

[1]) A. Braun, Botan. Zeitnng **27** (1869), Nr. 44.

Bildung eigen ist, mehrere Jahre zur Erzeugung eines Gefäßbündelkreises erforderlich sind.

Die Rinde. — Die Rinde (Cortex) ist die äußerste, unmittelbar unter der Oberhaut belegene und das Holz umgebende Decke des Stengels, welche zunächst nur aus Zellgewebe besteht. An der jungen Rinde unterscheidet man die primäre Rindenlage (ursprüngliche oder äußere Rinde), welche dem Grundgewebe angehört, und die secundäre (nachgebildete oder innere) Rinde, welche erst später von dem Cambiumringe aus entsteht; beide treten an Stengeln, an welchen sich erst spät Kork entwickelt, meist scharf getrennt hervor, an anderen gehen sie oft sehr allmählig in einander über. Die primäre Rindenlage besteht aus in die Länge gestreckten, sehr dickwandigen Zellen, die aber weich und insofern den Bastfasern ähnlich sind, jedoch stets mit horizontalen Wänden auf einander stehen und meist homogene farblose, selten roth gefärbte Säfte führen; sie erscheinen auf Querschnitten oft wie Löcher in einer gleichförmigen sulzigen Masse. Die secundäre Rindenlage besteht aus meist rundlichem, sehr lockerem, gewöhnlich viel Chlorophyll führenden Zellgewebe, wächst bei ausdauernden Pflanzen theils durch eigene Zellenbildung, theils, gleich dem Holzringe, vom Cambium aus nach, wird von Markstrahlen durchsetzt und von dem Baste durchzogen. Der secundäre Bast (Liber) wird von dem Cambium nachgebildet und als integrirender Theil der Rinde betrachtet, weil er sich mit ihr vom Holze ablöst. In der Rinde der Nadelhölzer treten die Bastzellen in regelmäßigen, von den Markstrahlen durchbrochenen und durch Rindenparenchym von einander getrennten Schichten auf, die bei den Cupressineen und Taxineen nur aus einer, bei den Abietineen aber aus mehreren Zellenreihen bestehen. Bei den Dikotyledonen bilden die Bastzellen kleinere oder größere Gruppen und stehen entweder ohne bestimmte Ordnung im Rindenparenchym zerstreut (Cornus alba) oder sie sind, was der häufigste Fall ist, zu Bündeln vereinigt, indem jedes primäre Gefäßbündel eines jungen Zweiges auch sein entsprechendes Bastbündel hat (Tilia, Quercus, Fagus und die meisten anderen Laubbäume), welche Bastbündel meist in der Rinde zerstreut stehen, zuweilen aber auch geschlossene Kreise bilden (Syringa, Fraxinus, Tilia [Fig. 59 S. 92]). Mit dem Baste zugleich finden sich zuweilen Milchsaft führende Bastzellen (sog. Milchsaftgefäße) oder Milchsaftgänge (Rhus); häufig aber treten jene (Vinca) oder diese statt der Bastzellen auf.

Bei den Holzpflanzen ist die Fortbildung der Gefäßbündel vom Cambium aus stets von einer entsprechenden Fortbildung der Rinde begleitet. So bilden sich, ähnlich den Jahresringen des Holzes, auch bestimmte Rindenlagen in jeder Vegetationsperiode, die entweder nur aus Parenchym, oder aus Bast und Parenchym, oder aus abwechselnden Lagen von Parenchym und Bast, oder aus abwechselnden Lagen von reinem Parenchym und solchem, welches von Bastbündeln unterbrochen ist, bestehen. Nicht bei allen Pflanzen dauert die Bildung der Bastbündel regelmäßig fort, sondern viele erzeugen nur einmal Bast (Fagus, Betula), bei anderen ist seine fernere Bildung auf ganz bestimmte Orte beschränkt, wie bei Alnus und Corylus auf diejenigen Stellen, wo im Holzringe durch gefäßlose Holz=

partien, die vom Marke zur Rinde verlaufen, scheinbar breite Markstrahlen gebildet werden; dagegen erzeugen wieder die meisten Bäume in einer Wachsthumsperiode mehrere Bastlagen, so daß die einzelnen Bastschichten, wie sie namentlich bei der Linde und den Nadelbäumen so deutlich ausgeprägt sind, nicht verschiedenen Wachsthumsperioden entsprechen. Die maschenartigen Lücken des technisch verwendeten trockenen Lindenbastes bezeichnen die Stellen, wo im lebenden Zustande die Markstrahlen, nach Außen an Breite zunehmend, die Rinde durchsetzten. Der jährliche Zuwachs an Rinde ist aber bei verschiedenen Pflanzen specifisch sehr verschieden, bei einigen bedeutend (Linde), bei anderen gering (Buche); erleidet aber mindestens eben so große Schwankungen, wie der Zuwachs des Wurzel- und Stammholzes. Hiervon hängt zum Theil die Dicke der Rinde älterer Bäume ab, zum Theil aber auch davon, daß sich im Oberhautgewebe oder (zumeist) im Rindenparenchym früher oder später Kork bildet. Die Zellen des Korkes sind charakterisirt durch die Elasticität ihrer meist parallelepipedischen, mäßig verdickten Wände, durch frühzeitigen Verlust ihres Inhalts und durch ihre Undurchdringlichkeit oder Schwerdurchdringlichkeit für Luft, Wasser und Wärme.

Bei den meisten unserer Waldbäume bildet sich schon im ersten Jahre Kork, worauf die Oberhaut abstirbt, und der Zweig seine grüne Farbe und die Fähigkeit der Kohlensäure-Assimilation verliert, da jede Korkbildung die Diffusion der Säfte verhindert. Tritt dagegen Korkbildung erst spät oder gar nicht ein, so stirbt die Oberhaut nicht ab, und die Zweige behalten lange eine glatte, glänzende, meist gelb oder grün gefärbte Oberfläche (Ilex, Viscum). Der Kork wächst schichtenweise nach, indem eine Zellenreihe (Sanio), das Korkcambium (Phellogen), entweder fortwährend oder mit Unterbrechungen neues Korkgewebe erzeugt, welches sich an die bereits vorhandenen Korkschichten anlegt.

Uebrigens vermögen auch andere zellenbildende Gewebe Kork zu erzeugen, sowie andererseits das Phellogen unter Umständen nach Innen zu auch parenchymatische chlorophyllführende Zellen (Korkrindenschicht, Phelloderma [Sanio]) zu bilden vermag (vergl. S. 66).

Auf Verletzungen von Außen pflegt die Pflanze durch Korkbildung des angrenzenden gesunden Zellgewebes zu reagiren, wodurch die Wunden von der Luft abgeschlossen werden, und unter deren Schutze die heilenden Neubildungen (Ueberwallungen) sich vollziehen. Auch die Narbe abgelöster Blätter wird durch eine Korkschicht nach außen abgeschlossen (Fig. 43 d).

Die Bildungsstätte des Korkes ist in seltenen Fällen die Epidermis selbst, indem die Zellen der letzteren durch eine tangentiale (mit der Oberfläche parallele) Scheidewand in je zwei Tochterzellen zerfallen, deren äußere zur Dauerzelle (Korkzelle) wird, während die innere sich weiter theilt. Die Korkbildung schreitet mithin hier centripetal vor. So bei Salix, Viburnum lantana, Staphylea pinnata. Häufiger geht die Korkbildung von der obersten, unmittelbar unter der Epidermis belegenen Rindenzellenreihe aus, wobei noch verschiedene Modificationen in der Aufeinanderfolge der Verkorkung der Tochterzellen (Wechsel zwischen centripetaler und centrifugaler Korkbildung) auftreten (Acer campestre,

Abies pectinata, Platanus, Fagus sylvatica, Betula alba [Fig. 32] u. a.). Robinia pseud-acacia, Gleditschia, Laburnum bilden ihren Kork in der zweiten oder dritten Rindenzellreihe von außen. Tiefer im Innern der primären Rinde entstehen die ersten Korkbildungen bei Rubus idaeus, Lycium barbarum, Berberis vulgaris, Lonicera caprifolium u. a., während einige Holzgewächse, wie Spiraea opulifolia, Philadelphus coronarius ꝛc. in der secundären Rinde, innerhalb der primären Bastbündel, ihren Kork ausbilden.

Der Kork zeigt verschiedene Härte und Dauer und bildet einen wesentlichen Bestandtheil der Rinde unserer Bäume, deren äußeres Ansehen und innere Beschaffenheit vorzüglich von ihm abhängig ist. Nach Maßgabe der Bildung der Zellen unterschied v. Mohl Lederkork (Periderma) und gemeinen Kork (Suber). Die tafelförmigen Zellen des Lederkorks verdicken sich stärker und bleiben länger lebensthätig, als die in radialer Richtung breiteren des gemeinen Korkes, und er selbst dehnt sich mit dem Wachsthume des Baumes aus, wird daher nicht so leicht rissig. Zuweilen lagern sich darin auch harzartige Stoffe ab (Birke). Der gemeine Kork besteht aus schwächer verdickten Zellen, hat eine sehr kurze Lebensdauer, wuchert dagegen in der Regel stärker, als der Lederkork; er ist nicht so dehnbar, wie der vorige, bekommt daher leicht Risse und unterliegt leichter den Einwirkungen der Atmosphäre (Maßholder, Korkulme, Korkeiche). Leder- und gemeiner Kork zeigen indessen so vielfache Uebergänge, daß ihre Unterscheidung nicht mehr haltbar erscheint.

Beschränkt sich die Periderm-Bildung auf die primäre Rinde, so erscheint die Außenfläche des Stammes bis in das späte Alter äußerlich glatt, und die eigentliche Rinde bleibt für das ganze Leben der Pflanze thätig (Buche, Hainbuche, Weißtanne ꝛc.). Derartige Stämme bilden geeignete Substrate für das Gedeihen kleiner Krustenflechten (Graphis scripta, Lepraria, Pulveraria u. a.), welche der an sich braunen Rinde ein weißliches Ansehen verleihen. Findet dagegen auch in der secundären Rinde Korkbildung statt, wie dies im späteren Alter bei den meisten Bäumen der Fall ist, so geht der gesammte außerhalb der Korkschicht gelegene Theil der Rinde entweder am Baume haftend nach und nach in Verwesung über, oder blättert sich rissig ab. Durch wiederholte Neubildung von Phellogen-Schichten im Parenchym der secundären Rinde entsteht die Borke (Rhytidoma), welche nicht selten eine bedeutende Stärke erreicht (Eiche, Birke, Kiefer [S. 66]). Durchsetzt in diesem Falle der Kork die Rinde nur gruppenweise, so entstehen Borkenschuppen, wie bei der Kiefer und Platane. Zuweilen entwickelt sich das Periderm auch in der Art, daß seine Schichten abwechselnd aus stärker verdickten und zartwandigeren Zellen bestehen. Jedes Jahresproduct des Korkcambium besteht hier aus diesen beiden, dem Frühjahrs- und Herbstholz vergleichbaren Elementen, welche sich beim Austrocknen ungleichmäßig zusammenziehen und daher von einander trennen, so daß die äußersten Schichten in horizontalen Bändern (Kirsche, Birke), oder in bestimmt geformten großen Schuppen (Platane, Kiefer), oder endlich in langgedehnten Fetzen (Spiraea opulifolium, Lonicera coerulea ꝛc.) abgestoßen werden, während von innen her neue

Schichten nachwachsen. Bei der Birke sind die stärker verdickten tafelförmigen Zellen in den ersten fünf bis acht Jahren gelblich und mit braunem Inhalte erfüllt; später führen sie, gleich den dünnwandigeren, weiteren Zellen, Luft, daher zeigen der Birkenstamm und dessen Aeste in der Jugend eine braune, späterhin, etwa vom 6. bis 8. Jahre an, eine weiße Farbe. Manchmal wird das Periderma auch sammt der ersten Rindenschicht und selbst dem Baste abgeworfen, ohne sich wieder zu erzeugen, in welchem Falle sich jährlich neue mit Rindenparenchym (Ribes) oder mit Rindenparenchym und Bast (Vitis, Clematis) wechselnde Schichten eines dem Periderma sehr ähnlichen Parenchyms bilden, worauf die außerhalb derselben liegende Rinde abgeworfen wird. Bei der Korkeiche löst sich das ganze Korkgewebe alle 10—12 Jahre von selbst ab, und bildet sich von Neuem; allein man entfernt es (bis auf die innersten Schichten) für den Handel vor dieser Zeit (alle sechs bis sieben Jahre), und wählt dazu die Jahreszeit, wo die Rinde am stärksten mit dem Holze zusammenhängt.

Linsendrüsen. — Linsendrüsen (Lenticellae) oder Korkwarzen, welche sich an vielen Laubholzzweigen finden, sind Gebilde, an denen unter der unverletzten Oberhaut, da, wo in letzterer eine Spaltöffnung liegt, und noch vor dem Eintritt der eigentlichen Korkbildung, eine Zellwucherung stattgefunden hat. Sie erscheinen anfangs als etwas abweichend gefärbte Flecken oder Punkte, durchbrechen aber später gewöhnlich die Oberhaut und treten dann in Form kleiner Höckerchen oder lippenförmig gespaltener Wulste über die Oberhaut hervor. Die Coniferen und einige Laubhölzer (Evonymus) entbehren der Lenticellen. Wo aber letztere vorhanden, pflegt an ihnen bei der Ausdehnung des Stammes oder Astes die Rinde zuerst aufzureißen, wodurch stets die frisch vegetirenden Theile der Rinde mit der Luft in Berührung gebracht werden. An den Rändern der so entstandenen Risse bilden sich gern Adventivknospen. Mit der Entstehung von Adventivwurzeln (an Stecklingen von Weiden) haben jedoch die Lenticellen, wie H. v. Mohl nachgewiesen[1]) an sich nichts zu thun. Sehr deutlich sind die Lenticellen bei den Pappeln, wo sie später die Veranlassung zu den regelmäßigen rautenförmigen Rindenrissen geben; bei der Birke entstehen sie unter den harzabsondernden Drüsen, dehnen sich, dem Wachsthume des Stengels entsprechend, aus, werden daher immer breiter und geben zu der Entstehung der braunen Querstreifen auf dem älteren Periderma dieser Holzart Anlaß.

Gruppirung der Hölzer. — Nach der verschiedenen Stellung der großen, auf seinen Querschnitten sich als rundliche Löcher zu erkennen gebenden Gefäße, sowie der Breite der Markstrahlen zeigen die Laubhölzer auffallende Verschiedenheiten, so daß sich dadurch nicht allein die Gattungen, sondern häufig selbst Arten unterscheiden lassen. Th. Hartig hat, hierauf gestützt, eine Charakteristik und Gruppirung der Hölzer versucht und dabei zunächst Folgendes in Betracht gezogen.[2]) Bei manchen Hölzern, z. B. Pappeln, Weiden, Linden, Ahornen, Roth-

---

[1]) H. v. Mohl, vermischte Schriften botan. Inhalts. Tübingen 1845. 229.
[2]) Naturgeschichte der forstlichen Culturpflanzen Deutschlands. S. 144.

buchen rc., sind die Gefäße ziemlich gleichmäßig in dem ganzen Holzringe vertheilt, und nur in der äußersten sehr schmalen Schicht desselben sind sie sehr klein oder fehlen ganz; bei vielen anderen Hölzern dagegen ist die Vertheilung der Gefäße ungleichförmig, d. h. es stehen dieselben bündelweise beisammen und lassen einen bedeutenden Theil des Jahresringes frei. In den meisten Fällen stehen die Gefäße an der innersten Grenze der Jahresringe dicht gedrängt, fließen daselbst häufig zusammen und bilden eine mehr oder weniger zusammenhängende Röhrenschicht, so daß dadurch die Grenze zweier Jahresringe scharf bezeichnet wird, z. B. Eiche, Esche, Ulme, Maulbeerbaum, Kastanie, Rhamnus, Sambucus, Robinia, Cytisus, Gleditschia und überhaupt die Leguminosen. Uebrigens ist das Vorkommen der Gefäße auch bei diesen Hölzern nicht auf die innersten, ältesten Theile jedes Jahresringes beschränkt, sondern es sind auch die äußeren, jüngeren Theile desselben mit solchen mehr oder weniger reichlich durchsetzt, nur sind sie von viel geringerem Durchmesser, als die der innersten Schicht. Hartig nennt die innersten, gedrängt stehenden, weiteren Gefäße Innenröhren, ihre Vereinigung durch Zellgewebe zu Bündeln Innenbündel, und im Gegensatze zu ihnen die äußeren Gefäße und Gefäßgruppen Außenröhren und Außenbündel. Bei einem Theile der bündelröhrigen Hölzer sind die Außenröhren nicht zu Bündeln vereinigt, sondern stehen isolirt in radialer Richtung zwischen den Markstrahlen, z. B. Morus, Rosa rc., bei anderen sind dieselben zu größeren Bündeln vereinigt. Unter den in diese Abtheilung gehörenden Hölzern treten wieder nach dem verschiedenen Verlaufe der Außenbündel zwei sehr charakteristische Unterschiede hervor, je nachdem die Hauptrichtung, in welcher die Außenröhren unter einander verbunden sind, im Radius, oder in der Peripherie des Stammes liegt. Bei Quercus, Castanea, Rhamnus cathartica ist ersteres der Fall; und zwar ziehen bei der Eiche die Außenbündel vom Marke nach der Rinde ziemlich gerade und parallel den Markstrahlen, bei der Kastanie und dem Kreuzdorn dagegen vorherrschend schräg, und zeigen dabei häufig Verästelungen, die sich beim Kreuzdorne zu zierlichen dendritischen Formen gestalten. Zahlreicher sind die Hölzer mit Verschmelzung der Außenbündel in der Richtung der Peripherie des Stammes, wie sich dies vorzüglich schön bei Ulmus, Robinia, Gleditschia, Cytisus, Sambucus, Rhus, Hedera rc., weniger bestimmt bei Fraxinus zeigt.

In Bezug auf die Markstrahlen unterscheidet man zunächst Hölzer mit breiten und schmalen Markstrahlen und solche, deren Markstrahlen für das unbewaffnete Auge gleich oder fast gleich breit erscheinen. Die Zahl der ersteren Hölzer ist sehr beschränkt, z. B. Quercus, Fagus, Corylus, Carpinus, Alnus glutinosa, Ailanthus, Vitis, Hedera, Rosa, Platanus, Cornus rc. Bei den erstgenannten, namentlich Alnus glutinosa, ist die Zahl der schmalen, bei Platanus und Corylus die der breiten Markstrahlen vorherrschend. Es ist hier aber nur von denjenigen Structur-Unterschieden die Rede, welche dem unbewaffneten Auge erkennbar sind. Die specielle Xylotomie ist nur dem Mikroskope zugänglich.[1])

---

[1]) Vgl. J. Schröder, das Holz der Coniferen. Dresden 1872. — Rob. Hartig, die Unterscheidungsmerkmale der wichtigeren Deutschen Holzarten. München 1879.

Wachsthum des Stammes. — Das Wachsthum der Pflanzen im Allgemeinen beruht theils auf der Bildung neuer Zellen, theils auf deren Ausdehnung und Vergrößerung, während zugleich feste und flüssige Stoffe in denselben abgelagert werden. Die Bildung neuer Zellen ist in der Regel auf ganz bestimmte Orte beschränkt, nämlich bei dem Stamme, wie bei der Wurzel, auf die Vegetationspunkte, den Verdickungsring, das Cambium, Korkcambium. Unter Umständen vermögen auch andere Zellenarten (junge Holzzellen, Parenchymzellen), namentlich wenn sie der Atmosphäre exponirt werden (Ueberwallungen), sich durch Theilung zu vermehren. Die Ausdehnung der Zellen in die Länge erfolgt in der Regel erst dann mit Macht, wenn die Zellenbildung in dem betreffenden Pflanzentheile bereits aufgehört hat, erreicht aber ihr Ende, sobald ein gewisser Grad der Verdickung der Zellenwände eingetreten ist. — Das Längswachsthum des Stengels beginnt stets mit der Entwicklung der Stammknospe, welche sich bei den Sommergewächsen sogleich zu einem Triebe ausbildet, an dessen Scheitel durch den Vegetationspunkt fortwährend Zellenbildung und gleichzeitig Streckung der neu entstandenen Zellen stattfindet, so daß diese Pflanzen ununterbrochen in die Länge fortwachsen, bis die Vegetationsspitze sich in Dauergewebe (Dornen) oder zum Blüthenstand umbildet. Mit der Ausbildung der Frucht erlischt das Längswachsthum der betreffenden Stammaxe definitiv. Intercalares Wachsthum nennt man ein solches, welches auf der Action von Zellengruppen fern vom Scheitel der Axe, auf der Entstehung secundärer Vegetationspunkte beruht, nachdem die benachbarten Partien bereits in Dauergewebe umgewandelt und wachsthumsunfähig geworden sind. Durch intercalares Wachsthum strecken sich die in der Knospe angelegten Internodien, wachsen die Blätter und wird deren Zahl ausnahmsweise nachträglich vermehrt 2c.

Bei den Holzgewächsen tritt aber, wenigstens in unserem Klima, früher oder später ein Stillstand im Längenwachsthum ein, indem sich die Endknospe schließt, d. h. die neu angelegten Stengelglieder und Blätter sich nicht weiter ausbilden, sondern erst im nächsten Frühjahre zur vollkommenen Entwickelung gelangen. In diesem Falle werden meist die untersten Blattanlagen zu Deckschuppen, welche die Knospe umhüllen und vor äußeren Einflüssen schützen. Im Frühjahre beschränkt sich dann entweder das Längenwachsthum des neuen Triebes auf die Streckung und weitere Ausbildung der in der Knospe bereits angelegten Stengelglieder (mit ihren Blättern), worauf sich eine neue Endknospe bildet und die Verholzung des Triebes beginnt, so daß das Längenwachsthum nur kurze Zeit dauert und neue Laubblätter überhaupt nicht gebildet werden; — oder der Trieb wächst den ganzen Sommer über an seiner Spitze fort, indem die Streckung der hier fortdauernd neu gebildeten Stengelglieder erst im Sommer oder Spätherbst durch den Schluß der Endknospe unterbrochen wird.

Der durch Streckung seiner Zellen im Längswachsthum begriffene Theil des Stengels hört auf zu wachsen, sobald seine Zellgewebe durch Verdickung ihrer Membranen eine gewisse Festigkeit erlangt haben, worauf das fernere Längenwachsthum der Axe nur durch wiederholte Neubildung von Zellen und Streckung derselben vermittelt wird.

Das Wachsthum in die Dicke beruht auf Zellenbildung von dem zwischen Holz und Rinde gelegenen Cambium aus, und zwar beschränkt sich bei den Nadelhölzern diese Bildungsaction auf eine Zellenreihe. In jeder dieser Cambiumzellen entstehen successiv je zwei Tochterzellen, von denen abwechselnd die dem Holze und die der Rinde zugewendete zur Dauerzelle sich ausbildet (S. 74), die andere aber Cambiumzelle bleibt, sich ausdehnt und den Theilungsprozeß von Neuem beginnt Das zwischen den Cambiumtheilen der Gefäßbündel gelegene Bildungsgewebe des Verdickungsringes setzt auf ähnliche Weise die Bildung der Markstrahlen fort. Bei den Laubhölzern, welche auch Gefäße und Holzparenchym bilden, und die Bastzellen nicht so regelmäßig entwickeln, sind diese Vorgänge weniger einfach. — So-



Fig. 157. Blüthe von Hypericum calycinum L. (nat. Gr.) mit 5 Staubblattbündeln.

bald die Endknospe „geschlossen" ist, wächst kein Stamm und kein Zweig mehr in die Länge, wohl aber noch in die Dicke; mit dem Eintritt des Winters tritt aber auch für das Dickenwachsthum des Stammes (nicht der Wurzel) ein Stillstand ein.

Verwachsungen. — Verwachsungen ursprünglich getrennter Zellflächen können stattfinden sowohl zwischen einander berührenden jugendlichen Theilen einer und derselben als auch verschiedener Pflanzen. Zur ersteren Art gehört das Verwachsen der Stützblätter mit dem Blüthenstiel bei Cytisus laburnum, bei der Linde (Fig. 158); der Staubfäden der meisten Papilionaceen (Fig. 159) in zwei, oder, bei Hypericum (Fig. 157) in mehrere Bündel; zweier ursprünglich getrennten Fruchtknoten (Lonicera [Fig. 160]). Häufig verwächst der



Fig. 158. Tilia parvifolia, Inflorescenzen mit den Bracteen verwachsen ($^1/_2$ nat. Gr.). a Einzelblüthe (nat. Gr.).

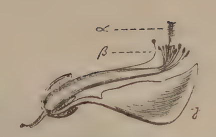


Fig. 159. Blüthe von Robinia pseud-acacia mit 9 verwachsenen und einem freien Staubgefäße (β). α Stylus; γ das Schiffchen (Carina) zurückgebeugt (die übrigen Blumenblätter sind entfernt).

Kelch mit dem Fruchtknoten, oder mit den Staubfäden; das Gewebe parasitischer Gefäßpflanzen mit ihren Nährpflanzen, z. B. des Holzes von Viscum album, Loranthus mit dem sie tragenden Äste.[1] Die sogenannte Fasciation („Breitwuchs"), wie sie bei Picea (Fig. 161; 162), Alnus (Fig. 163), Robinia, Spargel, Dipsacus, Betula, Salix ꝛc. in einiger Häufigkeit auftritt, beruht auf einer Verwachsung zahlreicher auf einander folgender Axen zu einem abnormen Flächengebilde. Ist diese Erscheinung an einer Axe einmal eingetreten, so pflegen die späteren Sproßfolgen diese Wachsthumsrichtung beizubehalten; letztere ist sogar erblich geworden bei Gartenvarietäten von Celosia



Fig. 160. Halbverwachsene Früchte von Lonicera tatarica.

[1] Hofmeister, Lehre von der Pflanzenzelle 1867. 263.

cristata. Doch kommt bei Robinia auch ein Wiedereinlenken in den normalen Entwicklungstypus der Axe zur Ausbildung.

Auf der Möglichkeit einer Verwachsung von Theilen verschiedener Pflanzen beruht die Veredlung wilder Stämme durch Edelreiser oder Knospen. Wahre Verwachsungen von Wurzelästen sind ein weit häufigeres Vorkommen, als gewöhnlich angenommen wird (Fig. 164), worauf Göppert zuerst hingewiesen hat. Dagegen ist die nicht seltene Erscheinung des Doppelzapfens der Fichte (Fig. 165) nicht auf Verwachsung zweier ursprünglich getrennten Gebilde, sondern auf Verzweigung (Gabelung durch Theilung des Vegetationskegels) zurückzuführen.



Fig. 161. Fasciation von Picea vulgaris (4 Jahrestriebe, 1—4); a Knospenschuppen ($^1/_2$ nat. Gr.).



Fig. 162. Querschnitte durch obige breitwüchsige Stammare der Fichte. A aus der oberen Partie, B der Basis nahe entnommen. α Rinde mit Blattkissen; β Holzkörper; γ Mark (nat. Gr.).

Ueberwallung. — Eine besondere Erwähnung verdient hier noch die Ueberwallung von Wund- und Schnittflächen. Unter Ueberwallung versteht man die Vernarbung einer Wundfläche, welche immer an der Peripherie beginnt und sich nach und nach vollkommen über dieselbe ausbreitet, indem zuerst am Rande der Wundfläche einige Zellenschichten vertrocknen, und unter deren Schutz in einer oder in mehreren Parenchymzellenreihen Korkzellen entstehen. Diese bilden sich all=

mählig zu einer mehr oder minder starken Korkschicht, einem sogenannten Rinden=callus, aus; unter letzterem wächst dann der verletzte Pflanzentheil in der für ihn normalen Weise fort, und die neuen Holzlagen schmiegen sich, immer weiter über=greifend, auf's Innigste an, ohne aber wirklich zu verwachsen, bis die ganze Wunde vernarbt ist. Jeder Ueberwallung geht daher eine Korkbildung voraus, wie auch der die Blattnarbe abschließende Ueberzug von Kork vor dem Blattfall gebildet wurde (Fig. 43; 178).

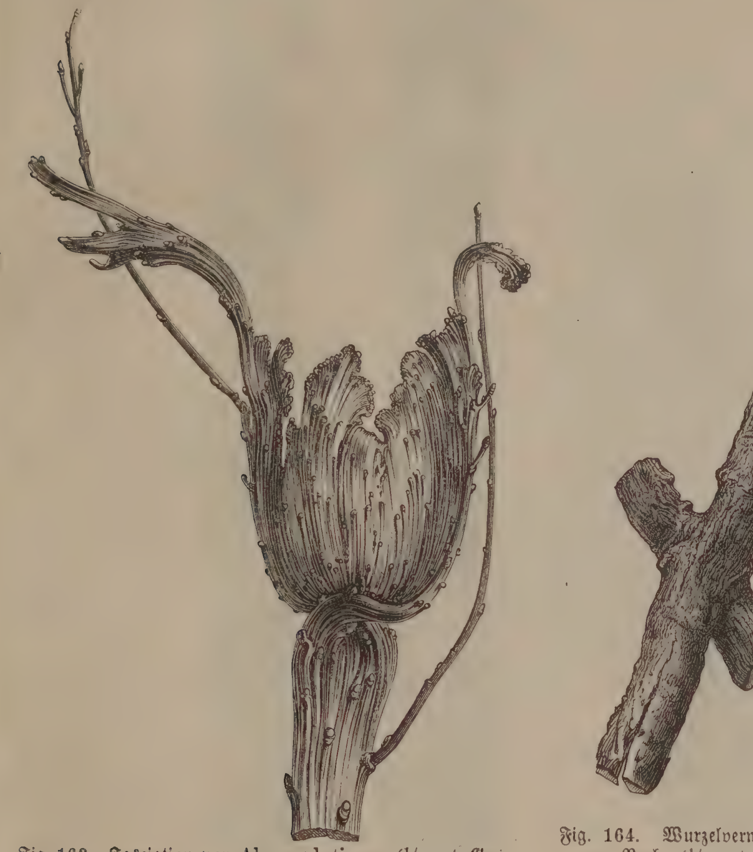


Fig. 163. Fasciation von Alnus glutinosa (1/2 nat. Gr.)

Fig. 164. Wurzelverwachsung von Buche (1/2 nat. Gr.).

Die locale Aufhebung des Rindendrucks an einer Wundstelle ist die Ur=sache, daß hier die Jahresringe beträchtlich stärker werden, den Charakter des Frühjahrsholzes tragen und die Wunde oft schnabelförmig übergreifen, ohne mit den bloß gelegten Holzlagen wirklich zu verwachsen. Frostrisse werden über=wallt durch Frostleisten (Fig. 155)[1], und an überwallten Holzschlägerzeichen rc. entspricht jeder Vertiefung im alten Holze eine Erhabenheit in der Neubildung.

[1]) H. R. Göppert, Ueber die Folgen äußerer Verletzungen der Bäume rc. Breslau 1873.

Bei rings um den Stamm geführten Schnittwunden beginnt die Ueberwallung stets am oberen Rande der Wundfläche. Auch wenn rings um den Stamm die Rinde auf eine größere Strecke ring- oder schraubenförmig entfernt

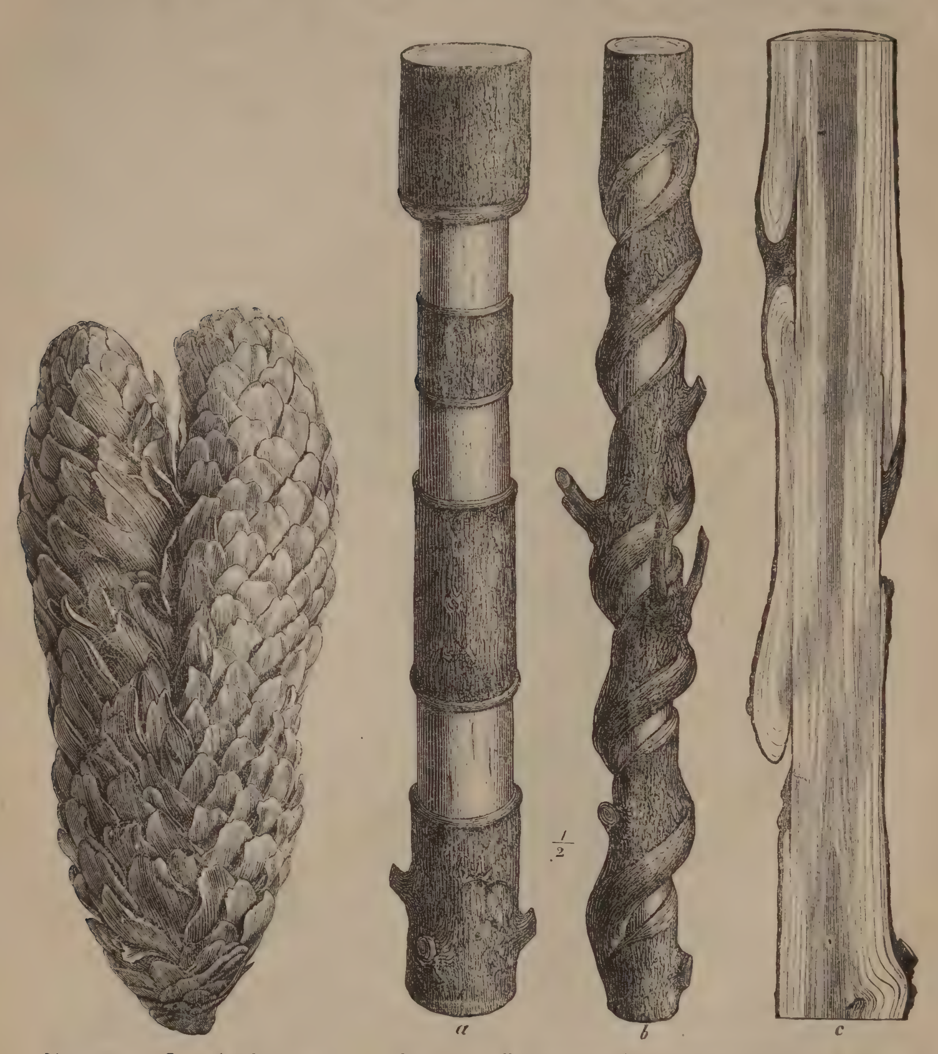


Fig. 165. Doppelzapfen der Fichte, von der Mitte an verzweigt (nat. Gr.).

Fig. 166. Wirkung des Ringelschnitts an Salix. a Ringschnitt; b Schraubenschnitt; c Ueberwallung im Längsschnitt (1/2 nat. Gr.).

wird, dauern manche Bäume noch fort, indem bei den Laubbäumen sich über die ganze oder doch einen Theil der entrindeten Wundfläche ein Rindencallus bildet, dessen Bildung an der Mündung der Markstrahlen beginnt. Unter diesem entwickelt sich die erste Holzschicht, die aber gewöhnlich nur einen Theil des Um-

fanges des Stammes einnimmt; die darauf folgenden greifen dann immer weiter über, bis nach und nach die ganze Wunde überwallt ist. Daß dieser Vorgang mit einer vorzugsweise den oberen Wundrand treffenden Verdickung verbunden ist (Fig. 166), hat seinen Grund in Verhältnissen der Stoffbewegungen im Stamme, welche später zu erörtern sind. Dies findet jedoch vorzüglich nur bei solchen Holzpflanzen statt, die ein sehr ausgebreitetes Markstrahlensystem haben, und bei denen

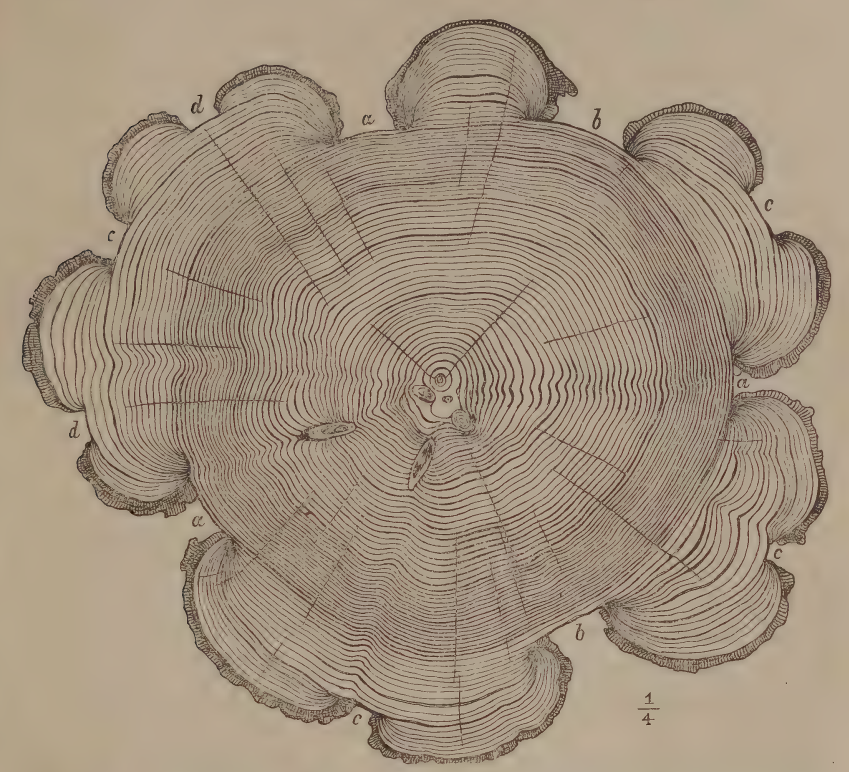


Fig. 167. Stammscheibe von Picea vulgaris mit Ueberwallungen von Harznutzungslatschen ($^1/_4$ nat. Gr.). Das Gesammtalter des Baumes beträgt 70 Jahre. Die erste Nutzung (a) fand statt im Alter von 50, die zweite (b) von 51, die dritte (c) von 62, die vierte (d) von 65 Jahren.

eine reiche Ablagerung von Stärkemehl im Herbste stattfindet, z. B. Buchen, Erlen, Eschen und selbst Eichen.

Bei Nadelhölzern erfolgt eine Vernarbung von Wunden nur ausnahmsweise; dagegen vermögen Stämme (Kiefern, Weihmuthskiefern), welche stellenweise in ihrem ganzen Umfange von Rinde entblößt werden, sich zu erhalten, indem eine luftdichte Verharzung der äußeren Holzlagen der Wunde die Stelle der fehlenden Rinde vertritt; allein so weit bis jetzt die Erfahrung reicht, bildeten sich nur über und nicht unter der Ringwunde neue Holzlagen. Bei der Kiefer tritt,

so lange sie jung ist, eine Verwachsung und Ueberwallung von Wunden gewöhnlich ein, nicht leicht in höherem Alter. Auch die behufs Harznutzung an Fichtenstämmen hergestellten longitudialen Einschnitte verwallen langsamer (Fig. 166), als die Längsrisse, welche die gärtnerische Praxis an jungen Laubbäumen applicirt, um deren Wachsthum aufzufrischen.

Wird von einem Laubholzstamme ein Rindenstreif in der Art abgelöst, daß er oben und unten mit dem Stamme verbunden bleibt, und durch Biegung des Stammes ein Zwischenraum zwischen dem abgelösten Rindenstreif und dem Holze bewerkstelligt, so bildet sich auf der Innenseite der Rinde zuerst ein Rindencallus, dann zwischen diesem und der alten Rinde eine Zellgewebsmasse, in welcher sich nach und nach Holzbündel ausbilden, die einen Theil des Zellgewebes zwischen sich lassen, welches nun die Stelle des Markes vertritt. Um die Holzbündel entstehen dann jährlich neue Holzschichten. Werden Laubholzbäume abgehauen, so bildet sich auf der Schnittfläche, zwischen Rinde und Holz, ein Callus, der über den Schnittrand selbst hervorwächst und keilförmig bis auf eine geringe Tiefe nach unten verläuft. Er besteht aus Zellgewebe, in welchem sich nach und nach Holzbündel ausbilden, die sich zu einem wirklichen, von Markstrahlen durchzogenen Holzkörper vereinigen. In dieser Ueberwallung bilden sich Adventivknospen, die zu Loden (Kranzloden) ausschlagen und so zur Entstehung von Stock- und Stammausschlag mitwirken. Jedenfalls wird diese Ueberwallung materiell bedingt von der Anwesenheit abgelagerter Reservestoffe im Wurzelkörper, welche, vom Neubildungsherde angezogen, in Bildungsstoffe umgewandelt werden.

Eine höchst merkwürdige Erscheinung ist die Ueberwallung mit völlig regelmäßiger Bildung neuer vollkommener Jahresringe an Stöcken, wie dieselbe bei der Weißtanne, zumal in feuchten schattigen Lagen, fast Regel zu sein scheint, doch auch bei der Fichte und Lärche vorkommt, an der Kiefer aber bis jetzt noch nicht beobachtet worden ist. Der erste Ueberwallungsring reicht stets so weit, als die Rinde des Stockes noch fest mit dem Holze verbunden ist, die folgenden überragen dann stets die vorhergehenden, und so erreicht die Ueberwallung nach und nach die Schnittfläche, über welche sie sich immer mehr ausbreitet und endlich den Stock, wenn er nicht vorher ausfault, kuppelförmig bedeckt. In der Regel aber faulen die inneren Schichten des Stockes, ehe eine vollkommene Ueberwallung stattfinden kann; dann senken sich die Ueberwallungsschichten in den leeren Raum hinab und geben Veranlassung zur Bildung wunderlicher knolliger Holzmassen. Man hat an Stöcken schon 100 und mehr Ueberwallungsschichten gezählt, so daß demnach die Ueberwallung noch mehr als 100 Jahre nach dem Abhieb des Baumes fortgedauert hat! Die Erklärung dieser Erscheinung glaubt Göppert in der Verwachsung der Wurzeln des Stockes mit denen eines benachbarten lebenden Baumes derselben Art zu finden, da letzteres vielfach bei überwallten Stöcken beobachtet worden ist. Demnach würde eine Wurzelverwachsung die Bedingung der Stocküberwallung sein. Allerdings hat man auch überwallte Stöcke weit entfernt von gleichartigen lebenden Bäumen gefunden. In diesem Falle muß die Ueberwallung

ihr Ende erreichen, sobald die in den Wurzeln und dem Stocke abgelagerte Reservenahrung vollständig consumirt ist; es ist daher Volumen und Dauer der Ueberwallung von der Menge jener plastischen Stoffe abhängig und dadurch beschränkt. Uebrigens dürfte die Holzmasse des Stockes selbst durch Resorption Antheil nehmen an der Bildung der Ueberwallungsschichten. Nur in seltenen Fällen bilden sich in der Ueberwallung der Tannenstöcke Adventivknospen, welche dann zu einem wirklichen Stockausschlage Veranlassung geben. Man hat auch schon beobachtet, daß gefällte Laubholzstämme ohne Krone, auf einer Unterlage der Sonnenwärme ausgesetzt, nicht nur Zweige trieben, sondern auch, mit Ausschluß der austrocknenden Enden, Jahrringe anlegten: eine Ulme drei Jahre lang, eine Pappel zwei Jahre lang (Schimper). — Daß Stock und Wurzeln einer Holzpflanze nach dem Abhiebe des Stammes noch lange Zeit fortleben können, ist bekannt. Ein Rothbuchenstock liefert sehr häufig erst im zweiten, in seltenen Fällen sogar erst im dritten Jahre nach dem Abhiebe Wiederausschlag. Wurzelbrut abgehauener Aspen erscheint häufig erst viele Jahre nach dem Abhiebe des Mutterstammes.

Der Stamm der Monokotyledonen. — Die in dem Zellgewebe der Monokotyledonen zerstreuten isolirten Gefäßbündel bilden entweder in ihrer Gesammtheit einen Kreis, der ein centrales Mark einschließt, welches später häufig zerstört wird, so daß die Stengel hohl erscheinen (Gräser), in welchem Falle die Organisation des Stengels nicht wesentlich von der des Dikotyledonen-Stengels abweicht; oder es zeigen die Gefäßbündel keine solche Anordnung. Letzteres findet am häufigsten und namentlich bei den mehrjährigen Stengeln statt. Bei den Gräsern und Cyperaceen finden sich unmittelbar unter der Epidermis einzelne Bündel Bastzellen, über welchen die Zellen der Oberhaut dünnwandig bleiben, während sie da, wo die Bastzellen fehlen, sehr dickwandig werden; in der Regel lagert sich in der Oberhaut Kieselerde ab, wovon jedoch die Festigkeit des Halmes nicht herrührt. In dem Grashalm verlaufen die Gefäßbündel von Knoten zu Knoten nahezu parallel neben einander, ohne Maschen zu bilden, verzweigen und durchkreuzen sich aber im Knoten mannigfach, um Zweige in das daselbst entspringende Blatt zu senden. Bei den Stämmen der baumartigen Monokotyledonen stehen die zahlreichen geschlossenen Gefäßbündel nach dem Umfange zu gedrängter, als in der Mitte, aber man kann weder ein centrales Mark, noch regelmäßige Rinden- und Holzschichten unterscheiden. Die Blätter umfassen an ihrem Grunde meist eng den Stengel und hinterlassen nach ihrem Abfalle entweder nur ringförmige Blattnarben auf der Oberfläche des Stammes, oder sie bilden dadurch, daß ihre Basen in Form dicker Wülste, dorniger Schuppen oder auch eines aus den Gefäßbündeln der Blattscheide entstandenen Fasergeflechtes am Stamme stehen bleiben, eine Art Hülle, unter welcher eine bald dünnere, bald stärkere Schicht sehr dickwandiger Parenchymzellen unmittelbar unter der Epidermis die Rinde darstellt. Nach Verlauf mehrerer Jahre ist meist auch die Basis der alten Blätter vollkommen zerstört; es bleiben alsdann von diesen Organen nur Narben und Querstreifen übrig, die je nach der Art bald

mehr, bald minder deutlich sind. Zu dieser Zeit ist die zur äußeren gewordene Zellenschicht noch immer dünn, ziemlich gleichmäßig und, obgleich schon alt, der jungen Rinde eines Dikotyledonen ähnlich; sie ist grün an der Innenseite, löst sich leicht vom Stamme und wird von regelmäßig gestellten kleinen Löchern durchbohrt, welche die Punkte andeuten, wo die in die Blätter eintretenden Gefäßbündel durchbrechen. Zuweilen bleiben aber auch die Blattbasen für immer stehen und bilden dann eine dicke borkenähnliche Umfassung des Stammes. Das Wachsthum in die Dicke ist bei dem Monokotyledonen-Stengel meist auf eine kurze Strecke hinter dem Vegetationskegel beschränkt, und erstreckt sich nur selten (Dracaena, Yucca, viele Palmen) auf dessen ganze Lebensdauer. In diesem Falle erfolgt es durch Vermehrung der Fibrovasalstränge im Grundgewebe des Stammumfanges in der Art, daß die bereits vorhandenen Gefäßbündel sich sowohl in der Richtung des Radius, als in der der Peripherie verzweigen, und die so entstandenen Gefäßbündelzweige sich gegen die Endknospe hin verlängern. Deshalb stehen dann die Gefäßbündel nicht nur am Umfange gedrängter, sondern kreuzen sich vielfach mit den unter dem Vegetationspunkte entstandenen und in die Blätter übergetretenen Gefäßbündeln. Uebrigens vereinigen sich auch die einzelnen Gefäßbündel häufig streckenweise, wodurch weite von Zellgewebe ausgefüllte Maschen entstehen. Nach außen ist der Verdickungsring weniger thätig, so daß die secundäre Rinde fehlt. Die Gefäßbündel bestehen aus verschiedenartigen Zellen, dicken punktirten und Spiralgefäßen; doch sind diese verschiedenen Organe nicht gleichmäßig über die ganze Länge derselben vertheilt; sie sind von rundlichem Zellgewebe umgeben, das bisweilen Lufthöhlen und Behälter eigenthümlicher Säfte enthält. In den Zellen selbst lagern sich oft große Mengen Stärkemehls ab. Obgleich nun dieses Zellgewebe nicht so regelmäßig vertheilt ist, wie bei den Dikotyledonen, so bemerkt man doch im Inneren des Stammes eine Anhäufung markähnlicher Zellen, an der Oberfläche eine ziemlich beständige Epidermis, unter dieser ein der Rinde analoges Zellgewebe, und endlich zwischen den Holzbündeln Zellgewebsmassen, die man mit den Markstrahlen vergleichen kann. Da das Längswachsthum meist nur durch die Terminalknospe erfolgt, erscheinen die Stämme in der Regel ganz einfach und gewöhnlich cylindrisch oder etwas bauchig aufgetrieben. Sie tragen dann nur am Gipfel eine Krone aus großen Blättern, die in dem Verhältnisse, wie der Stamm sich verlängert, von unten her absterben. Nur selten ist der Monokotyledonen-Stamm verzweigt.

Die Blattorgane.

Blätter (Folia) sind seitliche Aussprossungen einer Stammaxe, welche in der Regel dicht unter der vorrückenden Vegetationsspitze ihren Ursprung nehmen, eine raschere Entwickelung, kürzere Lebensdauer und beschränkteres Wachsthum haben, als die zugehörige Axe. Nur die oberflächliche Zellwand stülpt sich zur Blattanlage aus; niemals sind die inneren Stammtheile betheiligt. Die äußere Gestalt bietet

keinen Maßstab zur Unterscheidung von Axen- und Blattgebilden, da es sowohl flächenförmige Axen, als auch langgestreckte und dickfleischig verkürzte Blätter giebt. Das Wachsthum des Blattes erfolgt, namentlich in der Knospe, rascher, als der betreffende Axenabschnitt, den sie überwölben (Fig. 31; 107; 168), später hört das Wachsthum durch Zellenbildung auf, und die Größenentfaltung der Blätter ist meist vor der vollkommenen Längsstreckung des betreffenden Axenabschnitts fertig. Während daher die Stammaxe durch periodische Neubildung von Sprossen und Holzringen scheinbar unbeschränkt zuwächst, ist das Wachsthum des Blattes und zugehörigen Stammabschnitts in definitive, wenn auch nach Standortsverhältnissen sehr variable Grenzen eingeschlossen. Dies hindert nicht, daß die Blätter der Jupati-Palme (Raphia taedigera), einer Fiederpalme Brasiliens, eine Länge von mehr als 20 m bei 12 m Breite erreichen, mit 4 m langen Blattstielen, und auch manche Fächerpalmenblätter (Tabal, Palmyra, Latania, Lodoicea &c.) 4 m breit werden.

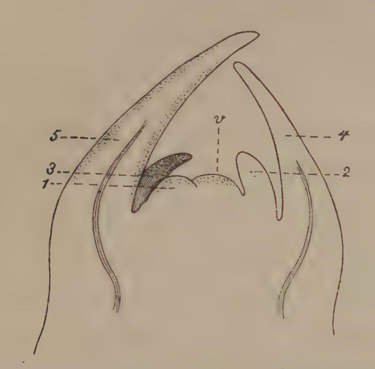


Fig. 168. Vegetationsspitze (v) des Embryo von Quercus rubra beim Beginn der Entwicklung. 1—5 erste Blattanlagen.



Fig. 169. Picea vulgaris Lk. a Zweig ($^1/_2$ nat. Gr.) mit 9 aufbrechenden Knospen; b Knospe (nat. Gr.); c Einzelblatt; d Blattkissen (nat. Gr.).

Man unterscheidet Laubblätter und zur Blüthe gehörende Blätter. Das Laubblatt trägt fast jederzeit in seiner Achsel eine Knospe, wenigstens deren Anlage, welche ihrerseits früher zu erscheinen pflegt, als die Blattanlage selbst. In wenigen Fällen ist eine Knospe nicht angelegt, z. B. bei Abies, Picea, Pinus, Taxus nur in zwei bis fünf hochsituirten Blättern des Triebes, außerdem in den Achseln einzelner Zwischenblätter (Fig. 169 a). Andererseits giebt es stützblattlose Seitenzweige (Seitenblüthen einiger Inflorescenzen).

Die Laubblätter werden eingetheilt in:
I. Eigentliche Laubblätter (L), wozu die Nebenblätter,
II. Niederblätter (N), wozu die Keimblätter, Primordialblätter, Rhizomschuppen, Spreuschuppen, Knospenschuppen,
III. Hochblätter (H), wozu die Deckblätter (Bracteae) gehören.

I. Laubblätter (L).

Das vollkommene Laubblatt (Folium) läßt zwei Haupttheile unterscheiden: den Blattstiel (Petiolus) und die Blattspreite (Lamina). Am Blattstielgrunde wird häufig durch stärkeres Dickenwachsthum eine Protuberanz, das Blattkissen (Pulvinus), durch seitlich stärkeres Wachsthum die sogen. Blattscheide (Vagina) erzeugt. Das Blattkissen läuft nicht selten am Stengel herab (Picea [Fig. 169 d], Araucaria u. a.).

Entweder nimmt der ganze Umfang der Stammknospe an der Blattbildung Theil, wodurch das scheidenförmig umfassende Blatt entsteht; oder der halbe Umfang: es entspringen zwei Blätter in einem Kreise oder alternirend; oder endlich es wird ein kleinerer Theil, als $^1/_2$ des Stengelumfanges, in die Blattbildung einbezogen: so bei den wirtel- und schraubenförmig angeordneten Blättern.

Wenn der Blattstiel fehlt, wird das Blatt sitzend (F. sessile), im entgegengesetzten Falle gestielt (F. petiolatum) genannt. In der Blattfläche unterscheidet man die aus den Gefäßbündeln bestehenden Nerven (Nervi) oder Rippen, und das zwischen denselben befindliche Parenchym. Die Nerven sind größtentheils stammbürtig (Fig. 43 S. 73), doch giebt es auch blatteigene Gefäßbündel. Die Zahl der aus dem Stamm in das Blatt eintretenden Gefäßbündel beträgt bei der Buche, Eiche, Birke, Erle (Fig. 170), Weide (Fig. 171), Hasel, Cerasus (Fig. 172), Acer (Fig. 173), Rose (Fig. 97) u. a. drei, bei Salisburya (Fig. 174) zwei, bei Abies, Picea, Taxus (Fig. 175) eins. Die Roßkastanie (Fig. 176) empfängt 5, 7 oder 9 Gefäßbündel vom Stamm, je nach der Zahl der Einzelblätter. Ampelopsis (Fig. 45), Aralia (Fig. 44) erhalten eine größere Anzahl Gefäßbündel.

Die Nerven sind entweder primäre (Hauptnerven, Mittelrippen), oder secundäre, tertiäre &c.; dieselben breiten sich im Allgemeinen in einer Ebene aus, zuweilen ist jedoch auch das Blatt cylindrisch oder auf irgend eine Weise körperförmig. An flachen Blättern treten die Nerven gewöhnlich an der Blatt-Unterfläche hervor. Ihr Verlauf in dem Blattfleisch (Mesophyllum) ist bei den Dikotyledonen meist netzadrig (fiedernervig, handnervig), indem die von den Hauptadern abgehenden Seitenzweige anastomosiren; in den Monokotyledonenblättern verlaufen die Nerven in der Regel parallel oder bogig convergirend.

Bei Blättern, welche die Mehrzahl oder sämmtliche Spaltöffnungen nur an der unteren Fläche besitzen — der häufigste Fall —, sind die Zellen unter der Epidermis der oberen Blattfläche gewöhnlich radial in die Länge gestreckt, stehen senkrecht und dicht gedrängt an einander, und enthalten viel Chlorophyll (Pallissaden-



Fig. 170. Blattspur der Erle.



Fig. 171. Blattspur der Weide (Salix caprea).



Fig. 172. Kirschenzweig mit Blattspur.



Fig. 173. Winterzweig von Acer platanoides mit Blattspur.



Fig. 174. Kurztrieb von Salisburya mit Blattspuren.



Fig. 175. Zweigstück von Taxus baccata mit Blattspuren.

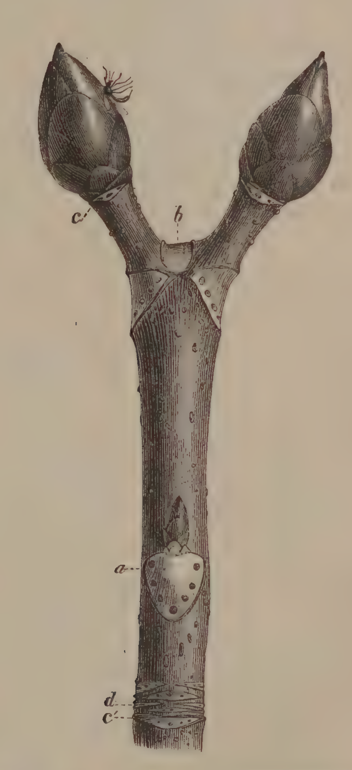


Fig. 176. Aesculus hippocastanum, Winterknospen; Blattspur (a); b Narbe des vorjährigen Fruchtstandes; c Deckblattspur der diesjährigen, c′ der vorjährigen Knospe; d Narben der Knospenschuppen.

parenchym, Fig. 177), an unteren Flächen dagegen deckt die Oberhaut ein lockeres, kugeliges, oder noch öfter schwammförmiges Zellgewebe mit weniger Chlorophyll, weshalb die obere Blattfläche gewöhnlich auch glänzender und dunkler grün, die untere matt, oft seegrün erscheint. Bei schwimmenden Blättern, welche nur an der oberen Fläche Spaltöffnungen tragen, besteht diese aus rundlichem Zellgewebe mit vielen Luftlücken. Blätter, welche auf beiden Blattflächen fast gleichmäßig mit Spaltöffnungen versehen sind (Gräser 2c), sind auch an beiden Blattflächen gleich gebildet.

Bisweilen wird die Epidermis des Blattes durch ein dem Grundgewebe (seltener der Oberhaut) entstammendes Hypoderma verstärkt, welches collenchym-



Fig. 177. Querschnitt durch das Blatt der Buche. c Cuticula der Oberseite; e Epidermis; p Pallissadenparenchym; m Mesophyll; g Gefäßbündel (Vgr. 335).

artig (Fig. 40) oder aus Hornzellen (Sklerenchym) gebildet ist (Fig. 39; 67—80). Ausgezeichnet durch eigenthümliche Gestalt sind die hypodermatischen Sklerenchymzellen der Proteaceen (Fig. 15 S. 55).

Der in die Nadel der Coniferen in der Regel eintretende eine Fibrovasalstrang spaltet sich in der Nadel selbst meistens, so daß der Querschnitt der letzteren zwei parallele Stränge zeigt. Sie nehmen eine centrale Stellung in dem chlorophyllhaltigen Grundparenchym ein; der Xylemtheil (Fig. 66x) liegt nach der Außenseite, der Phloëmtheil (p) nach der Innenseite. Das gesammte Gefäßbündelsystem mit seinem Product an verschiedenartigen Zellen wird von einem einfachen Zellkreise (der Gefäßscheide [Fig. 41 b]) umschlossen. Der Holztheil im Blatte mancher Gattungen der Nadelhölzer enthält Holzzellen mit Hoftüpfeln. In der Beschaffenheit des häufig unterbrochenen, bisweilen (Taxus, Kotyledonen von Pinus sylvestris, Abies Douglasii 2c.) fehlenden oder nur in den Rändern sparsam vertretenen Hypoderma's (hp), in der Anzahl und Vertheilung der Harzgänge (h) und Spaltöffnungen (sp), sowie in der Gestalt ihres Umrisses, bieten die Nadeln

der Coniferen vielfach charakteristische Unterschiede dar, welche in den Fig. 66 bis 80 schematisch angedeutet sind.

Bei den meisten Dikotyledonen bildet sich zwischen Blattstiel und Axe, oder auch oberhalb des Blattkissens, ein Gelenk, d. i. eine Zellschicht, in welcher sich die abgestorbenen Blätter ohne Zerreißung vom Stengel trennen (Fig. 43; 178). Bei den Monokotyledonen aber ist dies nicht der Fall; die Blattstiele bleiben häufig, nachdem das Blatt abgestoßen, jahrelang am Stamm stehen, und spitzen sich wohl (bei manchen Palmen)[1]) dornartig zu. Diese Gliederung, welche wir bei den Dikotyledonen zwischen Axe und Blatt finden, wiederholt sich nicht selten innerhalb der Blätter selbst, und zwar entweder nur so, daß sich zwischen Blattstiel und Blattfläche ein Gelenk bildet (z. B. Citrus), oder so, daß die einzelnen Blattlappen durch Gelenke mit dem Ganzen verbunden sind. Blätter der letzteren Art

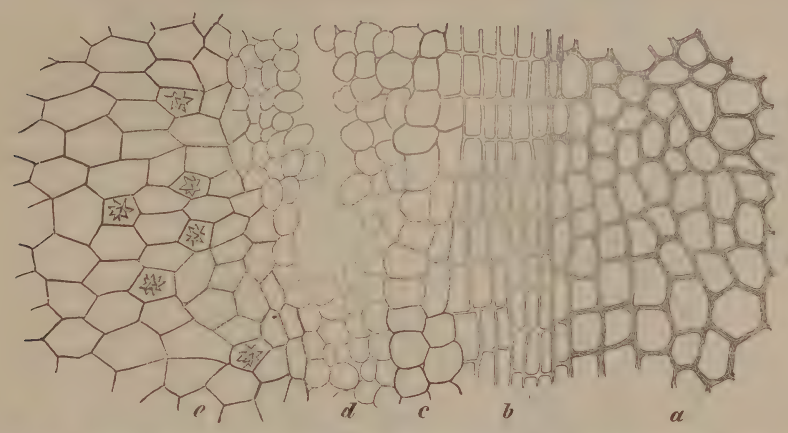


Fig. 178. Längsschnitt durch die herbstliche Trennungsschichte (d) des Blattes von Aesculus hippocastanum. a Rindenparenchym des Zweiges; b Korkschicht; c 1—2 Zellen Blattparenchym; d Trennungsschichte; e Blattstiel-Parenchym mit Krystalldrusen (Vgr. 335).

nennt man zusammengesetzt (F. composita) im Gegensatze zu den einfachen Blättern (F. simplicia), bei welchen die einzelnen Theile der Fläche ohne Gliederung unter einander verbunden sind. Bei den zusammengesetzten Blättern nennt man die einzelnen Theile Blättchen (Foliola) und den dieselben verbindenden Theil den gemeinschaftlichen Blattstiel (Petiolus communis).

Der Blattstiel. — Der Blattstiel (Petiolus) enthält Mark, Gefäßbündel und Rinde, welche letztere an seinem Grunde häufig in Wucherung übergeht und dadurch die Bildung eines Blattgelenkes, an welchem sich der Blattstiel leicht vom Stengel trennt, veranlaßt. Er entwickelt sich erst, nachdem die Blattspreite begonnen hat, sich zu gliedern. Bei den meisten Pflanzen ist er cylindrisch (cylindricus), oberhalb rinnenförmig ausgehöhlt (canaliculatus); seltener seitlich zusammengedrückt (compressus), wodurch die Blätter sehr beweglich werden

[1]) Reissek, die Palmen. 1861, S. 8.

(Populus tremula [Fig. 179]). Die Gefäßbündel ſind im Blattſtiele ſymmetriſch (nicht kreisförmig) angeordnet. Bisweilen nimmt der Petiolus eigenthümliche Geſtalten an. So kann er gerandet (marginatus), geflügelt (alatus), oder blattartig (foliaceus) ſein, je nachdem er an den Seiten mehr oder minder ſtark in einen flachen, blattartigen, der Blattfläche ähnlichen Theil ausgebreitet iſt (Lathyrus, Dionaea). Etwas Aehnliches iſt die Scheide (Vagina) an den Blättern der Gräſer und Scheingräſer, welche bei erſteren geſpalten (V. fissa), bei den letzteren aber verwachſen (V. integra) iſt. Wenn ſich der Blattſtiel nur an der Baſis ſcheidenartig erweitert und den Stengel umfaßt, ſo wird er ſcheidig (P. vaginans); umgreift der Blattſtiel an ſeinem Grunde den Stengel, ohne eine Scheide zu bilden, ſo heißt er umfaſſend (P. amplexicaulis). Blattartig erweiterten und ſtengelumfaſſenden Blattſtielen fehlt bisweilen die Blattfläche, ſo daß eigentlich nur der Scheidentheil des Blattes vorhanden iſt, welchen man für die Blattfläche ſelbſt anſehen könnte; wenn nicht die Richtung der Gefäßbündel dagegen ſpräche. Die gerandeten oder flächenförmig erweiterten Blattſtiele tragen zuweilen auch keine Blattflächen, indem ſich der Blattſtiel auf Koſten der Blattfläche entwickelt hat; man nennt ſie dann Phyllodien (Phyllodia), weil ſie den Blättern gleichen und auch ihre Function übernehmen. Bei neuholländiſchen Akazien (z. B. Acacia longifolia [Fig. 180]) ſind die erſten Blattſtiele einfach und tragen kleine gefiederte Blätter, ſpäter breiten ſich die Blattſtiele immer mehr aus, ihre Fläche iſt ſenkrecht zur Oberfläche des Stengels gerichtet, während die Blattflächen nicht mehr zur Entwickelung kommen, ſo daß die ſpätere Belaubung dieſer Pflanze faſt nur aus Phyllodien beſteht. An Nepenthes bildet der Blattſtiel eine große krugförmige Erweiterung, die „Kanne“, aus, welche in der Regel mit Flüſſigkeit gefüllt und an der Innenſeite mit Drüſen beſetzt iſt, deren Product Eiweißkörper auflöſt (Fig. 108). Entwickeln ſich bei cylindriſch bleibenden Blattſtielen die Blattflächen nicht, ſo bekommt die Pflanze ein beſenartiges Anſehen (Sarothamnus, Spartium). Bei zuſammengeſetzten Blättern unterbleibt häufig die Bildung des Endblättchens; der Blattſtiel geht dann in einen Dorn (Astragalus) oder in eine Ranke (Lathyrus) aus; bei Lathyrus aphaca fehlen die Blättchen überhaupt; der Blattſtiel iſt blattartig erweitert und endigt in eine Ranke.



Fig. 179. Populus tremula. Blätter a vom Langtriebe; b vom Kurztriebe; c Blattſtiel von der Seite (1/2 nat. Gr.).

Die Blattfläche. — Die Blattfläche iſt gewöhnlich häutig (F. membranaceum) oder krautartig (F. herbaceum), wird zuweilen aber auch durch Verdickung der Zellwände der Epidermis und Einſchaltung eines dickwandigen Hypoderma feſt und lederartig (F. coriaceum), und wenn dazu eine ſchmal linienförmige Geſtalt

kommt, nadelförmig (F. acerosum); bei körperförmigen Blättern ist sie oft saftig und fleischig (F. succulentum und F. carnosum), oder wenn sich im Inneren Lücken und Luftgänge entwickeln, röhrig und fächerig (F. fistulosum und F. loculosum). Ihre Gestalt hängt im Allgemeinen von der Richtung und Vertheilung der Nerven oder Blattrippen ab, und man unterscheidet hiernach zunächst winkelnervige und krumm- oder parallelnervige Blätter (F. angulinervia und F. curvinervia). Bei den winkelnervigen Blättern findet sich ein centraler, oder mehrere in gerader Richtung von der Basis des Blattes aus divergirende



Fig. 180. Acacia implexa. A Zweig mit Phyllodien (nat. Gr.); B Fiederblättchenpaar (vgr.).

Primärnerven, die sich dann weiter in Adern höherer Ordnung netzartig verzweigen und anastomosiren (Fig 109); sie sind den meisten Dikotyledonen eigen; bei parallel- oder krummadrigen Blättern sind die Nerven von der Basis an gebogen und laufen mehr oder weniger parallel neben einander, ohne daß sich immer einer als Hauptnerv auszeichnet, und ohne netzartige Verzweigungen zu bilden; so bei den meisten Monokotyledonen (Fig. 181). Die winkelnervigen Blätter zeigen vier verschiedene Arten der Nervenvertheilung, nach welchen man unterscheidet:

1) Fiedernervige Blätter (Folia penninervia), wenn der Mittelnerv zu beiden Seiten in einer einzigen Ebene und in mehr oder minder gleichmäßigen

Abständen Seitennerven abgiebt, welche geradläufig oder bogenläufig (Fig. 182) sich dann weiter verzweigen. Je nachdem der durch die Secundärnerven gebildete Winkel spitzer oder stumpfer ist, und je nach der relativen Länge dieser Nerven unter sich und in Bezug auf den Primärnerven, ist die Gestalt des Blattes bald mehr, bald weniger verlängert, oval, elliptisch, rund, eirund, verkehrt=eirund 2c.

2) Handnervige oder strahlläufige Blätter (F. palminervia s. aktinodroma), wenn am Grunde des Mittelnervs zu beiden Seiten eine gleiche Zahl divergirender Nerven entspringt, die gewöhnlich mit dem Mittelnerv gleiche Stärke haben und sich weiter fieder=nervig verzweigen (Ahorn [Fig. 183]).

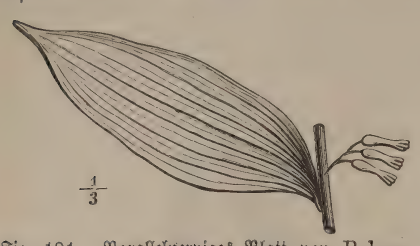


Fig. 181. Parallelnerviges Blatt von Polygonatum multiflorum.

3) Schildnervige Blätter (F. peltinervia), wenn von der Spitze des Blattstieles mehrere Hauptnerven strahlenförmig in einer Ebene, die mit dem Blattstiele einen Winkel macht, auseinander laufen (Tropaeolum).

4) Fußnervige Blätter (F. pedatinervia) haben einen sehr kurzen Mittelnerv, zuweilen gar keinen, dagegen entwickelt sich am Grunde zu beiden Seiten ein starker Secundärnerv, welcher sich fiederförmig in der Art weiter ver=zweigt, daß die nach außen gewendeten Nebennerven sehr kurz, die nach innen gewendeten dagegen auffallend stark entwickelt sind (Helleborus foetidus).



Fig. 182. Bogenläufige (kamptodrome) Nervatur des Blattes von Cornus mas (a), C. alba (b), C. sanguinea (c).

An den krummnervigen Blättern unterscheidet man vorzüglich nur zwei Arten der Nervenanordnung, nämlich: zusammenneigende, und aus einander gehende Nerven (Nervi convergentes et divergentes); erstere sind entweder ihrer ganzen Länge nach gebogen oder nur am Grunde leicht gekrümmt, und verlaufen

gegen die Spitze zu gerade oder zusammenneigend; letztere gehen aus einem Hauptgefäßbündel hervor, welches sich fiederartig vertheilt, ohne einen bis zur Spitze fortgesetzten Mittelnerv darzustellen. Der feinere Verlauf der Blattnerven giebt noch andere Gesichtspunkte systematischer Eintheilung an die Hand.[1])

Der äußere Umriß der Blätter hängt wesentlich von der relativen Länge, der gegenseitigen Lage und Richtung der Nerven ab, und ist demnach: rund (F. orbiculatum); rundlich (F. subrotundum); oval (F. ovale); eiförmig (F. ovatum), d. h. die Basis breiter als die Spitze; verkehrt-eiförmig (F. obovatum), d. h. die Spitze breiter als die Basis; elliptisch (F. ellipticum),



Fig. 183. Handnervige Blätter von Acer: a campestre; b platanoides; c pseudoplatanus; d opulifolium; e montanum; f tataricum ($^1/_3$ nat. Gr.).

etwa noch einmal so lang als breit; länglich (F. oblongum), etwa dreimal länger als breit; lanzenförmig (lanceatum), verlängert, spitz zulaufend mit rundlicher Basis; keilförmig (F. cuneatum), an der Basis spitz zulaufend und an der Spitze abgerundet; lanzettförmig (F. lanceolatum), an der Basis und Spitze spitz zulaufend; linienförmig (F. lineare), lang, schmal und gleich breit; pfriemen-, borsten- und fadenförmig (F. subulatum, setaceum, filiforme), je nachdem ein sehr schmales Blatt scharf zugespitzt, allmählig zugespitzt und dabei

[1]) Vgl. L. v. Buch: Bericht der Berliner Akad. der Wissensch., Sitzung v. 16. Decbr. 1852. — C. v. Ettingshausen u. A. Pokorny, Physiotypia plantarum austriacarum. Wien 1855.

ziemlich steif, oder gleich breit ist ꝛc. Auch nach Maßgabe der besonderen Bildung ihrer Basis und Spitze erhalten die Blätter verschiedene Beinamen. Tritt der Blattstiel in eine Einbuchtung der Spreite, so wird das Blatt herzförmig (F. cordatum), eiförmig mit zwei rundlichen Lappen am Grunde; oder nierenförmig (F. reniforme), rund, am Grunde mit zwei Lappen; oder pfeilförmig (F. sagittatum), oben spitz, mit zwei gerade auslaufenden spitzen Lappen am Grunde; oder spießförmig (F. hastatum), mit nach außen gebogenen Lappen ꝛc. Bezüglich der Blattspitze unterscheidet man: spitz (F. acutum), sich rasch in einen spitzen Winkel endigend; zugespitzt (F. acuminatum), nach und nach spitz zulaufend; feinspitzig (F. cuspidatum), in eine kleine Borste endigend, stachelspitzig (F. mucronatum), in einen Stachel endigend; abgestutzt (F. truncatum), eingedrückt (F. retusum); ausgerandet (F. emarginatum), an der stumpfen Spitze mit einem ziemlich tiefen Eindrucke, rankig (F. cirrhosum), wenn der Mittelnerv in Form einer Ranke über dasselbe hinauswächst.

Sind die Zwischenräume der Blattrippen durch das Parenchym in der Art ausgefüllt, daß das Blatt eine ununterbrochene Fläche darstellt, so heißt es einfach (F. integrum), im entgegengesetzten, durch ungleichmäßiges peripherisches Wachsthum erzeugten Falle getheilt (F. partitum). Zeigt der Rand eines einfachen Blattes weder Hervorragungen, noch Einkerbungen, so ist es zugleich ganzrandig (F. integerrimum), dagegen nennt man es gekerbt (F. crenatum), wenn der Rand kleine convexe Hervorragungen und spitze Einschnitte zeigt; gezähnt (F. dentatum) mit gleichschenkligen, und gesägt (F. serratum), mit ungleichseitigen Hervorragungen und Vertiefungen; ausgeschweift (F. repandum), mit concaven Ausrandungen. Durch locale Parenchym-Wucherungen unterhalb der Blattfläche wird entweder das ganze Blatt blasig (F. bullatum) oder runzelig, oder nur der Rand wellig oder kraus (F. undulatum et crispum). Als locale Sprossungen aus der Blattfläche sind ferner die Grannen an den Spitzen mancher Gräser, sowie die Nebenkronen vieler Amaryllideen zu erwähnen. Die Bedeutung der Blattzähne tritt zumeist im Knospenzustande hervor, indem dieselbe einestheils, wie bereits oben (S. 121) erwähnt, als Secretionsorgane fungiren, anderentheils aber sich bisweilen vertical zur Blattfläche umkrümmen und einer Luftschicht zwischen den zusammengefalteten Blatthälften in der Knospe Raum schaffen.

An den getheilten Blättern folgen die Einschnitte entweder mehr oder weniger der Längenrichtung des Blattes, oder sie stehen ziemlich vertical auf der Mittelrippe des Blattes. Im ersten Falle heißt das Blatt gelappt (F. lobatum), wenn die Einschnitte etwa ein Drittel, gespalten (F. fissum), wenn sie die Hälfte, und getheilt (F. partitum), wenn sie über die Hälfte der Blattlänge erreichen. Nach der Zahl der Einschnitte unterscheidet man wieder 2-, 3-, 5-, viel-lappige, -spaltige und -theilige Blätter (F. bi-, tri-, quinque-, multi-loba-fida-partita) und nennt die einzelnen Theile eines solchen Blattes Zipfel (Laciniae), wenn sie schmal, und Lappen (Lobi), wenn sie breit sind. Im zweiten Falle heißt das Blatt im Allgemeinen fiederspaltig (F. pinnatifidum); sind dabei die Abschnittte unregelmäßig: geschlitzt (F. laciniatum); sind sie schmal und dicht stehend:

gekämmt (F. pectinatum); sind sie breit und die dazwischen liegenden Buchten abgerundet: buchtig=fiederspaltig (sinuato-pinnatifidum); sind die Abschnitte spitz, nach unten gerichtet und gesägt: schrotsägeförmig (F. runcinatum). Durch Wiederholung der Einschnitte an den einzelnen Abschnitten wird das Blatt doppelt= oder dreifach=fiederspaltig (bi-, tri-pinnatifidum).

Die zusammengesetzten Blätter sind gefingert (F. digitatum), wenn die einzelnen Blättchen an der Spitze, gefiedert (F. pinnatum), wenn sie längs der Seiten des gemeinschaftlichen Blattstieles befestigt sind; im letzteren Falle stehen meist zwei Blättchen einander gegenüber und bilden ein Joch (Jugum [Fig. 179 B]). Trägt die Spitze des gemeinschaftlichen Blattstieles ein Blättchen, sei es nun gleichfalls durch ein Gelenk mit dem gemeinschaftlichen Blattstiele verbunden (Robinia), oder nicht (Juglans), so heißt das Blatt unpaarig=gefiedert (F. impari-pinnatum); im anderen Falle paarig=gefiedert (F. pari-pinnatum); sind die Blättchen wieder zusammengesetzt, so ist das Blatt doppelt= oder dreifach=gefiedert oder vielfach=zusammengesetzt (bi-, tri-pinnatum, supradecompositum). Uebrigens kann jedes einzelne Blättchen hinsichtlich der Form dieselben Verschiedenheiten zeigen, wie ein einfaches Blatt.



Fig. 184. An der Basis verwachsene, decussirte Blätter von Lonicera Caprifolium.

Wenn sitzende Blätter mit ihrem unteren Theile oder Blattstiele auf längere oder kürzere Strecke mit dem Stengel verwachsen, so nennt man sie herablaufend (F. decurrentia [Fig. 187]). Umfassen die Blätter mit den Lappen ihrer Basis den Stengel und verwachsen um denselben, so daß der Stengel durch die Blattfläche hindurch zu gehen scheint, so heißen sie durchwachsene Blätter (F. perfoliata), und wenn zwei gegenüberstehende Blätter mit ihren Grundflächen verwachsen, verwachsene Blätter (F. connata), z. B. Lonicera Caprifolium (Fig. 184).

Eine und dieselbe Pflanze trägt oft Blätter verschiedener Gestalt. Am Epheu tragen die blühenden Zweige einfach ovale, die früheren fünflappige Blätter. Die Primordialblätter der Buche sind gesägt, die Laubblätter nur ausnahmsweise. Augenfällig ist der Unterschied der Blattform an einzelnen Bäumen, welche neben den normalen, einfachen, an einzelnen Zweigen geschlitzte Blätter tragen.[1])

[1]) Ein hoher Baum von Fagus sylvatica asplenifolia im Tharander Forstgarten trägt u. a. an einem Aste Jahr für Jahr ungeschlitzte Blätter, deren Gesammtumriß und durchschnittliche Größe den geschlitzten Blättern gleicht: ein Beweis, daß die Einschnitte auf localen Wachsthums=Hemmungen, nicht Steigerungen beruhen.

Nebenblätter (Stipulae). — Häufig bemerkt man zu beiden Seiten der Blattbasis kleine blattähnliche Sprossungen: Nebenblätter oder Stipulae. Dieselben sind namentlich den Rosaceen (Fig. 185), Leguminosen, Cupuliferen (Fig. 186), Salicineen (Fig. 45) 2c. eigen, während sie anderen Familien und Gattungen (Acer, Aesculus, Fraxinus) gänzlich fehlen. Sie nehmen ihren Ursprung meist aus dem Blattgrunde, wachsen im Knospenzustande weit rascher, als der Stiel und die Spreite ihres Blattes, und umhüllen die jüngeren Theile der Knospe. Ihre Lebensdauer ist kurz, sie fallen gewöhnlich früher, als die Blätter, oft unmittelbar nach deren Entfaltung (Fig. 187) ab, dauern aber auch häufig mit den



Fig. 185. **Rosa arvensis.** a Blüthenstand ($^1/_2$ nat. Gr.), Blätter mit Stipeln (α); b Blüthe nach Entfernung der Blumenblätter: β Fruchtboden, δ Stempel; c Längsschnitt durch die Scheinfrucht: α Fruchtknoten, β Fruchtboden, γ Kelch, auf dessen Rande die Staubgefäße sitzen; d Frucht (vgr.).

Blättern aus (Fig. 188). Hinsichtlich ihrer Form zeigen sie dieselben Verschiedenheiten, wie die Blätter, und haben auch Spaltöffnungen, wenn sie grün und blattartig sind, verkümmern jedoch auch zu Ranken oder Phyllom-Stacheln (Fig. 101; 103) und sind mitunter verschwindend klein, oft aber auch größer, als das zugehörige Laubblatt. Bei Caragana Chamlagu lösen die herablaufenden Ränder der Nebenblatt-Stacheln sich von unten her los und bilden abwärts gerichtete Waffen (Fig. 189 α). Bisweilen verwachsen sie an ihren Rändern und bilden so bald eine geschlossene Scheide (Rheum), bald eine mehr offene Tute (Ochrea) (Platanus, Polygonum). Auch die Blattscheide der Gräser ist als ein mit der Blatt-

fläche innig verwachsenes Stipelnpaar aufzufassen. Das Blatthäutchen der Grasscheide (Ligula) will man dagegen seines späten Auftretens und seiner Kurzlebigkeit wegen zu den Haargebilden zählen.[1])

Gewöhnlich bilden sich zwei, bisweilen aber auch mehrere Nebenblätter aus (Acacia verticillata Willd.). Bei einigen Rubiaceen (Galium [Fig. 190], Asperula [Fig 191]) werden dadurch Scheinquirle erzeugt, doch findet sich eine Achselknospe nur an den beiden gegenständigen, wahren Laubblättern, nicht an den ihnen sonst ähnlichen Nebenblättern. An den Theilblättchen zusammengesetzter Blätter (Robinia ꝛc.) finden sich bisweilen secundäre Nebenblättchen (Stipella) in Form kleiner Zähnchen ꝛc.



Fig. 186. Hinfällige Nebenblätter an dem aufgebrochenen Triebe von Carpinus Betulus.



Fig. 187. Abfällige Nebenblätter der soeben eröffneten Knospen von Magnolia acuminata.

II. Niederblätter (N).

Die in der Gestalt und gemeiniglich auch in der Function abweichenden Blätter an der Basis der Stammaxe führen den Namen Niederblätter.

Die Keimblätter (Samenlappen, Kotyledoneae), die ersten, schon im Embryo des Samen enthaltenen Blattorgane der jungen Pflanze, fehlen nur wenigen phanerogamischen Pflanzen (Orchideen, Orobancheen, Monotropa, Pyrola, Rafflesia, Hydnora und den meisten Cuscuta-Arten). Viele Gewächse keimen mit einem Keimblatt: die Monokotyledonen, doch auch einige zu den Dikotyledonen gezählte und im Uebrigen, ihrem Gefäßbündelverlauf ꝛc. zufolge, auch dazu gehörige Gattungen: Pinguicula, Trapa, Cyclamen ꝛc. Die Abietineen sind meist polykoty=

---

[1]) Hofmeister, Allg. Morphologie. S. 525.

ledon, Taxus, Juniperus, Thuja enthalten im Samen nur 2 Kotyledonen, welche nach der Keimung sich weiter spalten.

Die Gestalt der Kotyledonen ist von der der Laubblätter sehr abweichend, meistens äußerst einfach. Bei der Kiefer und Fichte (Fig. 79 B[1]); 200; 71) bilden sie im Querschnitt ein nahezu gleichschenkliges Dreieck, entsprechend ihrer gegenseitigen Orientirung im Samen (Fig. 111), und gleichen darin den Laubblättern



Fig. 188. Laubzweig von Salix aurita mit ausdauernden Stipeln.



Fig. 189. Caragana Chamlagu. a Zweig ($^1/_2$ nat. Gr.). Die herablaufenden Ränder der dornigen Nebenblätter, welche am Jahrestriebe von 1876 (bei α) sich bereits von unten auf abgelöst haben. b Abschnitt in nat. Gr., um das Herablaufen der 4 Nebenblattränder am diesjährigen Triebe deutlich zu machen. β Endstachel.

der fünfnadligen Kiefern (Fig. 77; 78). Zugleich entbehren sie des Hypoderma, der Harzgänge und, an der Außenseite, der Spaltöffnungen, während am Laubblatt der Kiefer (Fig. 79 C) über die ganze Oberfläche Spaltöffnungen vertheilt sind, und der Blattrand stark sägezähnig erscheint (Fig. 95). Bei Abies (Fig 201) stehen die Spaltöffnungen an den Kotyledonen auf der Oberseite, an den Primor=

[1]) S. 162 sind bei Fig. 79 die Buchstaben A und B mit einander zu vertauschen.

dial- und Laubnadeln auf der Unterseite angeordnet (Fig. 72, 73). Der Kotyledon von Taxus baccata führt 6 Farbstoffgänge an der Phloëmseite (Fig 66 A l), hat einfache Spaltöffnungen mit nur zwei Schließzellen an der Oberseite und weder die Cuticularknoten des Taxusblattes (Fig. 66 B c; 78 c), noch Harzgänge oder Hypoderma.

Bei den oberirdisch („epigäisch") keimenden Dikotyledonen stellen die sich über den Boden erhebenden und oft stark vergrößernden, ergrünenden Samenlappen mehr oder minder kümmerliche Vorstufen der Primordial- und Laubblätter dar, fungiren auch als solche. Bei Ulmus (Fig 192), Alnus (Fig. 193), Carpinus (Fig. 194), Robinia (Fig. 195) sind sie rundlich, etwas fleischig und kurz gestielt; bei Eukalyptus (Fig. 196) an der Spitze zweilappig eingebuchtet, bei Esche und Ahorn (Fig. 197) länglich und bei der Linde (Fig. 198) sogar stärker eingeschnitten, als das Laubblatt. Mächtig ausgewachsen erscheinen die oberseits dunkelgrünen, unterseits weißfilzigen Kotyledonen der Buche (Fig. 199).



Fig. 190. Blattquirl von Galium sylvaticum. α die zwei Hauptblätter; β Nebenblätter.



Fig. 191. Asperula odorata. a blühende Pflanze mit Blattquirlen und Nebenblättern ($^1/_2$ nat. Gr.); b Blüthe vgr.; α unterständiger Fruchtknoten.

Bei den unterirdisch („hypogäisch") keimenden Samen der Eiche, Hasel (Fig. 136), Kastanie, Roßkastanie vergrößern sich die Kotyledonen nur durch Aufquellung und dienen lediglich durch ihre Reservestoffe der Ernährung des Keimpflänzchens; ebenso bei manchen Pflanzen, wo sie sich zwar über die Erde erheben,

allein nach Erschöpfung ihrer Reservestoffe bald abfallen (Birne, Apfel, Pflaume): epigäisch hinfällige Keimblätter.

Die Primordialblätter. — Die den Kotyledonen folgenden, in der Regel schon im Samen („Plumula") angelegten Erstlingsblätter sind von einfacherem Umriß und sowohl von den Keimblättern, wie von den Laubblättern zu unterscheiden. Bei Pinus (Fig. 79 A) flach, stark auswärts gesägt, ohne Hypoderma, mit sparsamen Harzgängen; Spaltöffnungen oben und unten. Bei Abies (Fig. 201) stellen sie den zweiten (kleineren) Blattquirl des Keimpflänzchens dar, werden meist,

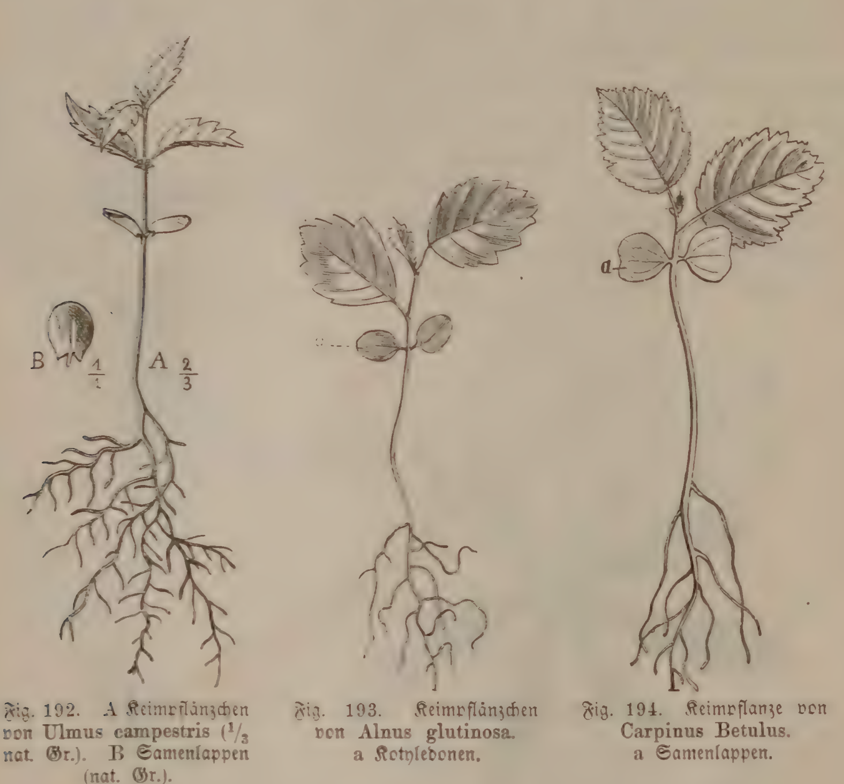


Fig. 192. A Keimpflänzchen von Ulmus campestris ($^1/_3$ nat. Gr.). B Samenlappen (nat. Gr.).

Fig. 193. Keimpflänzchen von Alnus glutinosa. a Kotyledonen.

Fig. 194. Keimpflanze von Carpinus Betulus. a Samenlappen.

mit Unrecht, den Kotyledonen zugezählt, tragen jedoch die Spaltöffnungen auf der Unterseite. Bei der Buche (Fig. 198 c) sind die Primordialblätter in der Regel stark sägezähnig, bei fiederblättrigen Pflanzen (Robinie [Fig. 195]) noch einfach.

Die Rhizomschuppen, durch Lichtmangel farblose, schuppige Blattrudimente an unterirdischen Stammorganen, und die Spreuschuppen, gleichfalls verkümmerte Blattorgane am Wedel von Farnen, gehören gleichfalls dem Formenkreise der Niederblätter an. An der Gattung Alsophila sind letztere haarförmig zerfasert und werden als ein sehr weiches Material gesammelt. Auch die Knospenschuppen sind unausgebildete Laubblätter, welche die Winterknospe umschließen.

III. Hochblätter (H).

Die Blätter, aus deren Achseln von Blüthen begrenzte Axen entspringen, haben häufig eine andere Gestalt, als die gewöhnlichen Stengelblätter, sind kleiner, einfacher gestaltet, und auch oft anders, als grün, gefärbt: violett bei Melampyrum



Fig. 195. Keimpflanze der Robinie. k Kotyledonen; a, b, c Primordialblättchen.

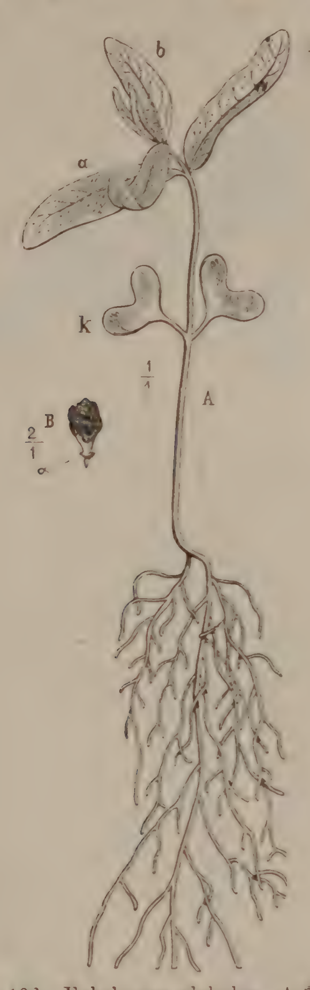


Fig. 196. Eukalyptus globulus. A Keimpflanze (nat. Gr.); k Kotyledonen; a, b Primordialblätter. B frühes Keimungsstadium; α Haarkranz an der Wurzelgrenze.

nemorosum, weshalb man sie zum Unterschiede Hoch- oder Deckblätter (Bracteae) nennt. An den unmittelbar blüthentragenden Axen bemerkt man häufig noch zwei ganz kleine Blättchen, aus deren Achsel sich jedoch keine Axen entwickeln, sie werden Vorblätter oder Deckblättchen (Bracteolae) genannt.

Der Fruchtbecher (Cupula) der Cupuliferen entsteht als ein ringförmiger Wulst, Discus, unter der Blüthe und wächst mit dieser empor. Bei Quercus umschließt die Cupula einen Fruchtknoten (Fig. 202), bei Fagus (Fig. 199D) zwei, bei Castanea (Fig. 203) drei. Die Cupula pflegt mit stachligen Emergenzen besetzt zu sein, deren Zahl durch intercalare Bildung (aus secundären Vegetations=



Fig. 197. Keimpflanze von Acer pseudoplatanus ($^1/_2$ nat. Gr.).



Fig. 198. Tilia parvifolia, Keimpflanze mit eingeschnittenen Kotyledonen (nat. Gr.).

punkten) während der Entwicklung sich vergrößert (Cupuliferen). Oft verkümmern die Deckblätter, namentlich bei sehr gedrängten Blüthenständen, und fehlen demnach gänzlich. Andererseits schlagen oft bei kräftiger Ausbildung der Bracteen die Blüthen in ihren Achseln fehl, zumal in den äußeren Theilen eines dicht



Fig. 199. Fagus sylvatica, Keimpflanze. A frühzeitiges Stadium: a die ausgewachsenen Kotyledonen; b Plumula. — B vorgeschritteneres Stadium: a Kotyledonen; b Plumula mit stark gesägten Primordialblättern. — C Laubblatt der Buche. — D normale Cupula, mit (β) 2 Früchten. — E nackter Same.



Fig. 200. Einjähriges Pflänzchen von Picea vulgaris; die Kotyledonen sind noch vorhanden (nat. Gr.).

Fig. 201. Keimpflanze von Abies pectinata mit Kotyledonen und Primordialblättern (nat. Gr.).

gedrängten Blüthenstandes; dadurch entsteht der Hüllkelch (Anthodium) der Compositen, die äußeren leeren Spelzen (Gluma) der Gräser *rc.* Hochentwickelt ist die Braktee von Iris, zu einer Scheide gestaltet bei Arum. Eine Verholzung erfährt das Deckblatt an den Zapfen der Abietineen, von Alnus *rc.*

Blattstellung (Phyllotaxis).

Die gegenseitige Orientirung der Blätter am Stengel, von welcher oft wesentlich das Ansehen einer Pflanze abhängt, ist sehr mannigfaltig, aber bestimmten Gesetzen unterworfen, welche zuerst von Carl Schimper[1]) nachgewiesen und von



Fig. 202. a Becherfrucht von Quercus cerris L.; b Cupula mit verlängerten Blattschuppen; c Nuß.

A. Braun[2]) an den Abietineenzapfen, von W. Naumann[3]) an versteinerten Sigillarien und Lepidodendren näher studirt und auf die Anordnung in einer Ebene, von W. Hofmeister, N. J. C. Müller, S. Schwendener u. a. auf mechanische Gesichtspunkte (gegenseitigen Druck der Blattanlagen, Anlegung neuer Organe im Anschluß an vorhandene 2c.) zurückzuführen versucht worden sind.

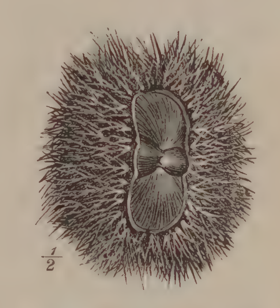


Fig. 203. Cupula von Castanea vesca mit drei reifen Früchten.

Gewöhnlich unterscheidet man, je nachdem die Blätter einzeln oder zu zwei und mehreren aus einer Querscheibe des Vegetationskegels hervorgetreten und entsprechend an der fertigen Axe vertheilt sind, gegenständige Blätter (F. opposita), wenn alle Blätter nur nach zwei Richtungen hin am Stengel stehen und je zwei auf genau gleicher Höhe entspringen; über's Kreuz gestellte, „decussirte" Blätter (F. decussata), wenn die Blätter vier Richtungen einhalten, indem je zwei Paare auf gleicher Höhe entspringender Blätter sich kreuzen; quirl- oder wirtelständige Blätter (F. verticillata), wenn mehr als zwei Blätter auf genau gleicher Höhe am Vege-

[1]) Beschreibung des Symphytum Zeyheri in Geigers Magazin f. Pharm. Heidelberg 1835, S. 79.
[2]) Vergleichende Unters. über die Ordnung der Schuppen an den Tannenzapfen. Bonn 1834.
[3]) Ueber den Quincunx als Grundgesetz der Blattstellung. Leipzig 1845, S. 26.

tationspunkte angelegt wurden[1]) und wechselständige oder zerstreute Blätter (F. alterna s. sparsa), wenn jedes aus einer besonderen Querzone entspringt, und zwei oder mehrere Richtungen vom Stengel obwalten.

Die Mehrzahl dieser Stellungen lassen sich anschaulich auf Schraubenlinien zurückführen, in welchen die Entwickelung der Blätter an der Stammspitze stattfindet, und innerhalb deren der seitliche Abstand der einzelnen Blätter von einander gleich groß ist, d. h. alle gleichartigen Blätter stehen seitlich um einen gewissen constanten Bruchtheil des Stengelumfanges, dieser als Kreislinie gedacht, von einander ab, oder was dasselbe ist, die verschiedenen Richtungen, in welchen die Mittellinie (Mediane) der Blätter vom Stengel absteht, theilen den Stengelumfang in eben so viele gleiche Theile, als Richtungen vorhanden sind. Die Verschiedenheit der Blattstellung ist daher wesentlich bedingt durch den Divergenzwinkel der Medianebenen zweier Blätter, welche sich in der Centralaxe des Stengels schneiden, wird aber vielfach modificirt durch den verticalen Abstand der Blätter von einander, d. h. durch die relative Länge der Internodien. Sind längs einer Axe mehr Blätter als Blattrichtungen vorhanden, so müssen immer bestimmte Blätter genau vertical über bestimmten vorhergehenden Blättern stehen, d. h. es müssen sich am Stengel auch Reihen vertical über einander stehender Blätter (Orthostichen, Zeilen) beobachten lassen.[2]) Alle nach verschiedenen Richtungen abstehende, auf einander folgende Blätter bilden einen Cyclus oder Abschnitt, so daß das erste Blatt, welches vertical über irgend einem vorhergehenden steht, einen neuen Cyclus beginnt. Das Anfangsblatt eines jeden Abschnitts hat man Cyclarch, das Endblatt Cyclur genannt. Demnach wird, wenn n Blätter einen Cyclus bilden, das $n + 1$ Blatt genau über dem 1., das $n + 2$ genau über dem 2. stehen u. s. f. Man pflegt diese Verhältnisse zu veranschaulichen entweder durch Auftragen der Blattinsertionen und zugehörigen Linien auf einen cylindrischen, die Axe repräsentirenden Körper (Fig. 204) oder in einer Ebene, gleichsam auf die abgeschälte Oberfläche der Axe, oder endlich auf die Horizontalprojection der Axe in Form des Diagramms (Fig 205).

Eine Schraubenlinie, welche die Basis aller Blätter einer Axe oder eines Axentheiles umfaßt, nennt man die Grundspirale. Außer dieser treten aber noch andere, mit einander parallel laufende Schrauben hervor, die in der Regel, z. B. an Coniferenzapfen, deutlicher zu erkennen sind, als die Grundspirale, und Neben- oder secundäre Spiralen genannt werden; mittelst dieser kann die erstere stets aufgefunden werden.

Die Cyclen gleichartiger Blätter an derselben Axe bestehen in der Regel auch aus einer gleichen Zahl von Blättern; die Cyclen an und für sich können aber eine sehr verschiedene Anzahl von Blättern umfassen, und zwar haben genaue

---

[1]) Einen unechten Wirtel bilden die fünf Kelchblätter der Linde, wie gering auch die verticale Distanz derselben sei.

[2]) Die richtige Deutung der Blattstellung wird bisweilen erschwert durch Drehungen des Stammes, welche die Orthostichen in schraubenförmig aufsteigende Linien verwandeln (Pandanus utilis), an horizontalen Zweigen durch Drehungen des Blattstiels in dem Bestreben, die größte Fläche dem Lichte zuzuwenden, unter der Einwirkung der Schwerkraft 2c.

Untersuchungen der in der Natur überhaupt vorkommenden Stellungsverhältnisse gelehrt, daß diese Zahlen (nicht ohne vielfache Uebergänge) in einer Zahlenreihe enthalten sind, in welcher die dritte Zahl immer gleich ist der Summe der beiden vorhergehenden. Diese Zahlenreihe ist folgende:

1 . 1 . 2 . 3 . 5 . 8 . 13 . 21 . 34 . 55 . 89 . 144 . . .

Da nun der seitliche Abstand oder die Divergenz zweier auf einander folgenden Blätter nicht immer einfach der so vielte Theil des Stengelumfanges ist, als Blätter den Cyclus bilden, sondern oft ein Mehrfaches dieses Theiles beträgt, so muß die Schraubenlinie, welche alle Blätter des Cyclus umfaßt, auch oft mehr als einmal den Stengel umkreisen; die Zahl der Umläufe ist aber natürlich

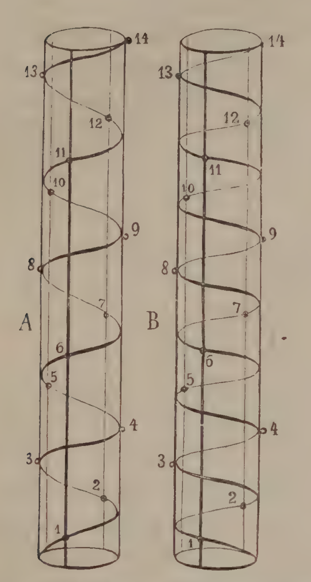


Fig. 204. Schema der Blattstellung nach der Divergenz $^2/_5$ (kurzer Weg) A; bezw. $^3/_5$ (langer Weg) B.

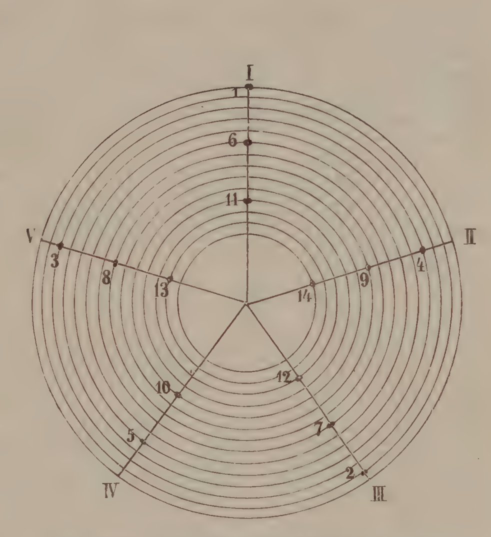


Fig. 205. Diagramm einer Stengelaxe mit $^2/_5$ ($^3/_5$) Blattstellung.

bedingt durch die Zahl der Blätter eines Cyclus und deren Divergenz. Es läßt sich daher jedes Blattstellungsverhältniß durch einen Bruch ausdrücken, dessen Nenner die Zahl der Blätter und dessen Zähler die Zahl der Umläufe im Cyclus angiebt; der Bruch selbst aber drückt zugleich den Divergenzwinkel der Blätter aus, d. h. den Theil des Stengelumfanges, um welchen die Medianebenen der Blätter seitlich von einander abstehen. Die Brüche, welche die verschiedenen Stellungsverhältnisse ausdrücken, bilden nun abermals eine, wie die obige, durch Addition der Zähler und Nenner gebildete Reihe, nämlich:

$^0/_1 \cdot {}^1/_2 \cdot {}^1/_3 \cdot {}^2/_5 \cdot {}^3/_8 \cdot {}^5/_{13} \cdot {}^8/_{21} \cdot {}^{13}/_{34} \cdot {}^{21}/_{55} \cdot {}^{34}/_{89}$ 2c.

Da aber, wenn die Divergenz zweier Blätter nach einer Seite hin, z. B. nach links, einen gewissen Bruchtheil des Stengelumfanges beträgt, dieselbe nach der anderen Seite hin, also nach rechts, einen Bruchtheil des Stengelumfanges betragen muß, welcher jenen zu 1 ergänzt (z. B. es betrüge die Divergenz zweier Blätter nach links $^2/_5$, so muß sie nach rechts $^3/_5$ betragen, da sich beide Brüche zu 1 ergänzen); so können dieselben Stellungsverhältnisse auch durch folgende Bruchreihe ausgedrückt werden:

$^1/_1 \cdot {}^1/_2 \cdot {}^2/_3 \cdot {}^3/_5 \cdot {}^5/_8 \cdot {}^8/_{13} \cdot {}^{13}/_{21} \cdot {}^{21}/_{34} \cdot {}^{34}/_{55} \cdot {}^{55}/_{89}$ 2c.

Die erste Reihe stellt die „kleinen" Divergenzen oder den „kurzen" Weg, die zweite die „großen" Divergenzen oder den „langen" Weg dar, und letzterem scheint, wie aus anderen Untersuchungen hervorgeht, die Natur in den meisten Fällen gefolgt zu sein. Es finden sich in der Natur aber auch Stellungsverhältnisse, welche von dieser Hauptreihe abweichen und von denen einige dadurch entstehen, daß ein neues Glied nicht durch die Combination zweier in der Hauptreihe zunächst stehenden Glieder gebildet wird, sondern so, daß immer ein Glied der Hauptreihe übersprungen wird, und daher das erste Glied nicht mit dem zweiten, sondern erst mit dem dritten Gliede in Combination tritt, um ein neues Glied zu bilden; hieraus entstehen folgende Verhältnisse:

Kurzer Weg: $^1/_4 \cdot {}^3/_7 \cdot {}^4/_{11} \cdot {}^7/_{18} \cdot {}^{11}/_{29} \cdot {}^{18}/_{47} \cdot {}^{29}/_{76}$ 2c.
Langer Weg: $^3/_4 \cdot {}^4/_7 \cdot {}^7/_{11} \cdot {}^{11}/_{18} \cdot {}^{18}/_{29} \cdot {}^{29}/_{47} \cdot {}^{47}/_{76}$ 2c.

Noch seltener sind Stellungsverhältnisse, welche durch ein Glied folgender Reihen ausgedrückt werden:

Kurzer Weg:	Langer Weg:
$^1/_3 \cdot {}^1/_4 \cdot {}^2/_7 \cdot {}^3/_{11} \cdot {}^5/_{18}$	$^2/_3 \cdot {}^3/_4 \cdot {}^5/_7 \cdot {}^8/_{11} \cdot {}^{13}/_{18}$
$^1/_4 \cdot {}^1/_5 \cdot {}^2/_9 \cdot {}^3/_{14} \cdot {}^5/_{23}$	$^3/_4 \cdot {}^4/_5 \cdot {}^7/_9 \cdot {}^{11}/_{14} \cdot {}^{18}/_{23}$
$^1/_5 \cdot {}^1/_6 \cdot {}^2/_{11} \cdot {}^3/_{17} \cdot {}^5/_{28}$	$^4/_5 \cdot {}^5/_6 \cdot {}^9/_{11} \cdot {}^{14}/_{17} \cdot {}^{23}/_{28}$
$^1/_6 \cdot {}^1/_7 \cdot {}^2/_{13} \cdot {}^3/_{20} \cdot {}^5/_{33}$	$^5/_6 \cdot {}^6/_7 \cdot {}^{11}/_{13} \cdot {}^{17}/_{20} \cdot {}^{28}/_{33}$

Erhebt sich bei diesen Stellungsverhältnissen die Grundspirale in gleichem Maße, d. h. sind die Stengelglieder zwischen allen einzelnen Blättern ziemlich gleich lang, so haben wir wechselständige oder zerstreute Blätter (Fol. alterna s. sparsa); erhebt sich dagegen die Grundspirale innerhalb eines Cyclus nur sehr wenig, dagegen bedeutender bei dem Uebergange von einem Cyclus in den anderen, d. h. sind die Stengelglieder zwischen den zu einem Cyclus gehörigen Blättern sehr verkürzt, dagegen das Stengelglied zwischen je zwei Cyclen gestreckt, so haben wir bei $^1/_2$ Stellung gegenständige Blätter (Fol. opposita), und bei anderen Stellungsverhältnissen quirlförmige Blätter (Fol. verticillata). Im letzteren Falle ist in der Regel die Divergenz zwischen dem Cycluren des einen und dem Cyclarchen des anderen Wirtels etwas größer, als der gangbare Schritt, d. h. als die Divergenz zwischen den Blättern eines und desselben Wirtels, und zwar ist der Zusatz immer gleich einem in obigen Reihen enthaltenen Bruchtheile der Maßeinheit des gangbaren Schrittes. Schimper hat diesen Zusatz Prosenthese genannt, und zwar proagogische Prosenthese, insofern sie zwischen Wirteln von identischer Blattstellung stattfinden. Man beobachtet eine solche Verschiebung

namentlich, wenn Wirtel ungleichartiger Blätter, die aber gleiche Divergenz haben, auf einander folgen, z. B. Kelchblätter, Blumenblätter, Staubblätter rc.; findet sie jedoch auch bei Wirteln gleichartiger Blätter. Die Alternation der Blattwirtel, welche so häufig in der Natur vorkommt, entsteht durch die Verschiebung = $\frac{1}{2}$; z. B. es folgen 2 Wirtel mit $\frac{3}{5}$ Stellung auf einander, so ist die Maßeinheit der Divergenz = $\frac{1}{5}$; findet nun aber bei dem Uebergange von einem Wirtel in den anderen eine Verschiebung von $\frac{1}{2}$ statt, nämlich von $\frac{1}{2}$ der Maßeinheit, d. i. $\frac{1/5}{2}$, so beträgt die seitliche Entfernung des Cycluren des einen Wirtels vom Cyclarchen des anderen nicht $\frac{3}{5}$, sondern $\frac{3}{5} + \frac{1/5}{2} = \frac{7}{10}$, woraus folgt, daß die einzelnen Blätter des folgenden Wirtels immer zwischen je zwei Blättern des vorhergehenden Wirtels zu stehen kommen. Durch eine Verschiebung = $\frac{1}{2}$ bei $\frac{1}{2}$ Divergenz erhalten wir die gekreuzten Blätter (Fol. decussata), es beträgt hier nämlich der Zusatz $\frac{1/2}{2} = \frac{1}{4}$ und ist demnach der Schritt von einem Wirtel zum andern gleich $\frac{3}{4}$, während die Divergenz der Blätter eines und desselben Wirtels nur $\frac{1}{2}$ beträgt. Ist die Verschiebung nicht gleich $\frac{1}{2}$, so bilden die Wirtel unter sich wieder eine Spirale, und es kommen z. B. bei einer Verschiebung = $\frac{2}{3}$ erst die Blätter des vierten Wirtels, bei einer solchen = $\frac{3}{5}$ erst die des sechsten Wirtels genau über die Blätter des ersten Wirtels zu stehen. Wäre die Divergenz = $\frac{3}{5}$, so ist im ersten Falle der Uebergangsschritt von einem Cyclus in den anderen = $\frac{11}{15}$, im zweiten Falle = $\frac{18}{25}$.

Aehnliche Verschiebungen, wie sie bei Aneinanderreihung von Cyclen gleichen Maßes vorkommen, bezeichnen häufig auch den Anfang der Blattstellung an den Zweigen. Nur sehr selten schließt sich die Blattstellung des Zweiges an die des Stammes so an, als ob sie an der Hauptaxe selbst fortliefe, so daß das Tragblatt, aus welchem der Zweig entspringt, mit den Blättern des Zweiges zu einem Cyclus gerechnet werden muß; so stehen z. B. bei Liriodendron tulipifera die Blätter an den Zweiganfängen nach $\frac{3}{5}$ Stellung, allein das fünfte Blatt des Zweiges steht vertical über dem Tragblatte; es muß daher letzteres mit zu dem Cyclus gerechnet werden und bildet das erste Blatt desselben; über dasselbe kommt dann, wie gewöhnlich, das sechste Glied oder das fünfte Zweigblatt zu stehen. Gewöhnlich beträgt die Verschiebung $\frac{1}{2}$ des gangbaren Maßes, daher fallen z. B., wenn bei $\frac{1}{2}$ Stellung die Blattstellung am Zweiganfange mit einer Verschiebung anhebt, die zwei Zeilen der Blätter am Zweige nach rechts und links und kreuzen sich mit denen an der Hauptaxe.

Nur selten aber haben die Blätter aller auf einander folgender Wirtel einer Axe gleiche Divergenz. Die Samenlappen der Dikotyledonen haben meist eine Divergenz = $\frac{1}{2}$, die darauf folgenden Stengelblätter sehr häufig = $\frac{3}{5}$ rc. Ebenso können die Hochblätter oder die Blüthenblätter wieder eine andere Divergenz haben, als die Laubblätter. Der Uebergang zweier Cyclen an verschiedenen Divergenzen in einander erfolgt nur in den wenigsten Fällen auf die einfache Art,

daß der Cyclus der neuen Blattstellung sich an den vorausgehenden mit einem unveränderten Schritte seines eigenen Maßes anreiht, sondern wird in den meisten Fällen durch eine Verschiebung vermittelt, und zwar geschieht dies auf zweierlei Weise. Entweder nämlich fügt die folgende Stellung bei dem Eintritte zu ihrer Divergenz noch einen nach dem Maße der vorhergehenden Stellung bemessenen Theil ihres eigenen Maßes als Prosenthese hinzu, „metagogische Prosenthese“ (folgt also auf $^3/_5$ St. eine $^5/_8$ St., so beträgt die Prosenthese, welche dem ersten $^5/_8$ hinzugefügt wird, irgend einen nach dem Fünfmaße bemessenen Theil eines Achtels, und es ist daher, wenn die Prosenthese $^2/_5$ betrüge, der seitliche Abstand des Cyclures des $^3/_5$ Cyclus von dem Cyclarchen des $^5/_8$ Cyclus $= {}^5/_8 + \frac{{}^2/_5}{8} = {}^{27}/_{40}$); oder die vorausgehende Stellung geht nicht plötzlich in die nachfolgende über, sondern durch einen oder mehrere Vermittelungsschritte, indem sie in ihr Maß irgend ein nach dem Maße der folgenden Stellung bemessenen Maßtheil eintreten läßt: „epagogische Prosenthese“. Im letzteren Falle bedingt die Verschiebung aber nur dann eine Vergrößerung des Maßes, wenn das folgende Stellungsmaß größer ist, als das vorhergehende; dagegen wirkt sie verkleinernd, d. h. sie wird subtrahirt, wenn das folgende Stellungsmaß kleiner ist. Folgt z. B. auf $^1/_2$ Stellung eine $^8/_{13}$ Stellung, so wird bei dieser Verschiebung der Uebergang gemacht mit $\frac{1 + {}^1/_{13}}{2} = {}^{14}/_{26}$, und erst dann geht die Stellung nach $^8/_{13}$ Divergenz ungestört weiter; folgt aber umgekehrt auf $^8/_{13}$ Stellung eine $^1/_2$ Stellung, so wird der Uebergangsschritt gemacht mit $\frac{8 - {}^1/_2}{13} = {}^{15}/_{26}$.

Die zwei zuletzt angeführten Arten der Verschiebung kommen sehr häufig bei Zweiganfängen vor, indem bei den meisten Zweigen die am Zweige herrschende Blattstellung nicht unmittelbar eintritt, sondern durch einen oder mehrere Cyclen einer anderen, meist einfacheren Blattstellung eingeleitet wird.

Noch wäre die Richtung, welche die Grundspirale in den auf einander folgenden Cyclen nimmt, d. h. ob sie sich auf dem langen Wege nach rechts oder links wendet, in Betracht zu ziehen. In den meisten Fällen wechselt dieselbe nicht nur an verschiedenen Hauptaxen einer und derselben Pflanzenart, sondern auch an den Zweigen desselben Individuums, ja selbst an derselben Axe von Cyclus zu Cyclus. Die Zweige können entweder alle mit der Axe, von welcher sie stammen, gleichwendige Blattstellung haben (Homodromie), oder sämmtlich die umgekehrte Wendung einschlagen (Antidromie), oder sie sind zum Theil gleichläufig, zum Theil aber gegenläufig in regelloser Abwechselung (Poekilodromie). Bei zweizeiliger Anordnung der Zweige sind zuweilen alle Zweige jeder einzelnen Seite unter sich gleichläufig, aber die Zweige beider Seiten gegenläufig (Dichodromie).

Diese Blattstellungsverhältnisse finden auf alle blattartigen Organe Anwendung, also nicht bloß auf die Laubblätter, sondern auch auf die Nieder-, Hoch-, und die zur Blüthe gehörigen Kelch-, Blumen-, Staub- und Fruchtblätter.

Schließlich mögen hier einige Beispiele für thatsächlich vorkommende Blattstellungsverhältnisse folgen:

Die Divergenz 1/1 : (alle Blätter in einer Zeile senkrecht über einander) kommt an dikotyledonischen Gewächsen nicht vor.

" 1/2 : Blätter von Ulmus, Tilia, Fagus, Celtis, Vitis, Gräser ꝛc.

" 1/3 : ist fast allen Carex-, Scirpus-, Eriophorum- und Cyperus-Arten eigenthümlich; Alnus glutinosa.

" 2/5 : ist die bei Dikotyledonen häufigste Blattstellung. Blätter (und Zweige) von Quercus, Daphne Mezereum, Robinia, Ribes rubrum, Prunus spinosa, Pyrus communis, Betula, Populus, Rosa (fast alle Arten), Zapfen von Cupressus sempervirens, Larix mikrokarpa.

" 3/8 : Blätter von Laurus nobilis, Hochblätter von Prunus padus, Rosettenblätter von Plantago media ꝛc.

" 5/13: Zapfen von Pinus Strobus, Picea alba, Tsuga canadensis; Laubblätter von Sophora japonica, Rhus typhium; die „Augen" an Kartoffelknollen.

" 8/21: Zapfen von Picea vulgaris, Abies pectinata, Larix europaea, Pinus Cembra; männliche Kätzchen von Juglans regia, Corylus avellana; Laubblätter schmächtiger Fichten- und Tannenzweige.[1])

" 13/34: Zapfen von Pinus pinea, Laricio Poir und sylvestris; Kurztriebe der meisten Kiefern, Laubblätter kräftiger Fichten- und Tannenzweige.

" 21/55: Zapfen von Pinus nigricans; Laubblätter der Hauptaxe vieler Fichten und Tannen.

Das höchste bisher beobachtete Stellungsverhältniß (233/610) fand A. Braun[2]) an den Bracteen von zwei Sonnenblumen (Helianthus tuberosus L.) von 32 cm Durchmesser mit 5000 Blüthen.

Bezüglich des Zustandekommens der oben entwickelten geometrischen Blattstellungsverhältnisse hat schon W. Hofmeister nachzuweisen gesucht, daß der Entstehungsort eines Blattes am Vegetationspunkte des Zweiges bedingt ist durch die Anzahl und Stellung der bereits vorhandenen Blätter, und S. Schwendener führt in einer classischen Arbeit den mathematischen Nachweis[3]), daß die Abweichungen der Blätter in ihrer Richtung am Stamme aus mechanischen Ursachen zu erklären sind, wobei das Größenverhältniß des neu entstehenden, den vorhergehenden sich unmittelbar anschließenden Blatthöckers zum Umfange der Stammspitze, an welcher der Höcker entsteht, in erster Linie maßgebend ist. Bei der

---

[1]) Daß die scheinbar zweizeilige Stellung der Tannennadeln an horizontalen Zweigen lediglich auf einer durch das Licht inducirten Drehung der Blattstiele beruht, ist bei näherer Betrachtung sofort evident.

[2]) Botan. Zeitung **26** (1868), 150.

[3]) Mechanische Theorie der Blattstellungen. Mit 17 lithogr. Tafeln. Leipzig 1878.

späteren Streckung und Verdickung der Stammaxe erfahren die Blattbasen nachträgliche Verschiebungen durch gegenseitigen Druck. Und zwar ist dieser Druck, oder der Widerstand, welchen das Ausdehnungsbestreben seitlicher Organe in der Längs- und Querrichtung des Mutterorgans erfährt, abhängig von dem Längen- und Dickenwachsthum des letzteren. Wüchse die Axe ausschließlich in die Dicke, so würde der Ausdehnung der Seitenorgane, bei gleichbleibender Form ihres Querschnitts, ein Widerstand vorwiegend in der Längsrichtung begegnen, und vice versa bei vorherrschendem Längswachsthum der Axe ein longitudinaler Zug ausgeübt werden. Schwendener weist nun nach, wie aus den so inducirten Verschiebungen die einer Pflanzenart charakterisirischen Divergenzen der Blattstellungen hervorzugehen vermögen. An den Seitenaxen ist der Widerstand, welchen der Hervortritt eines Blattes findet, am größten da, wo die Axe von dem sie tragenden Blatte und der Hauptaxe eingeschlossen ist; die ersten beiden neuen Blätter aber treten da hervor, wo der die strenge Durchführung des idealen Constructionsplanens hindernde Factor am schwächsten wirkt, nämlich seitlich, das dritte Blatt aber entweder zwischen Stamm und Knospe (Picea vulgaris, Wellingtonia gigantea, Araucaria brasiliensis und excelsa, Pinus Pinea u. a.) oder zwischen Knospe und Tragblatt (Prunus Padus, Ribes aureum ꝛc.). Mit der Stellung des dritten Blattes ist aber die Spirale am Seitenzweige überhaupt bestimmt.

Entwicklung, Wachsthum und Dauer der Blätter.

Die erste Anlage eines Blattes erscheint unterhalb des Vegetationskegels der Axe als ein kegelförmiges Zäpfchen aus kleinzelligem Meristem (Fig. 31). Selten ist eine sogen. intercalare Blattbildung, indem an von der Spitze bereits entfernten Punkten ein secundärer Vegetationspunkt entsteht. An der Cupula der Eicheln werden auf diese Weise zwischen den zur Blüthezeit vorhandenen Bracteen nachträglich zahlreiche Blattschuppen eingeschaltet.[1])

Der erwähnte Meristemhöcker (das Blattzäpfchen) wächst rascher in die Länge, als die oberwärts belegene Stammspitze, welche es bald überragt (Fig. 168). In dem Blättchen differenzirt sich zunächst, von der Basis her, der Mittelnerv, und verliert sich allmählig nach der Spitze zu, deren Gewebe aufhört, neue Zellen zu erzeugen. Dagegen entwickelt sich nunmehr die Blattfläche zu beiden Seiten des Mittelnerves, worauf sich auch alsbald die Seitennerven bilden und das Breitenwachsthum des Blattes größere Dimensionen annimmt. Aus den secundären Nerven entspringen tertiäre, zwischen diesen und den secundären bildet sich Parenchym aus, während zugleich wiederholt schwächer werdende Nerven als Zweige der früher entstandenen im Blattgewebe auf einander treffen und mit einander verwachsen, sogenannte Anastomosen bildend (Fig. 109 A). Wie die Blattspitze verhalten sich auch die Zähne des Blattrandes. Auch diese entstehen früher,

---

[1]) W. Hofmeister, Allgemeine Morphologie der Gewächse. Leipzig 1868. S. 464. — A. W. Eichler, Blüthendiagramme. Leipzig 1875.

als die zu ihnen verlaufenden Gefäßbündel, hören aber auch früher auf, zellenbildend thätig zu sein, als die zwischen ihnen und dem Mittelnerv gelegenen Theile des Blattes. An der definitiven Größenentfaltung der Blätter nimmt überhaupt das intercalare Wachsthum einen beträchtlicheren Antheil, als bei den Axenorganen. Der Blattstiel streckt sich noch in die Länge, nachdem längst die Spreite ihre endgültige Größe erreicht hat. Bei den meisten Laubblättern ist das zellenbildende Gewebe im Blattstiel gleichmäßig der Länge nach vertheilt; bei manchen Papilionaceen, Mimoseen 2c. liegt, nach Grisebach, der Bildungsherd am oberen Ende des Petiolus, dicht unter dessen Einfügung in die Blattfläche, bei anderen (Cytisus) am unteren Ende dicht über der Austrittsstelle des Blattes aus dem Stengel. Die Blattspreite langgestreckter Blätter von Monokotyledonen mit paralleler oder bogiger Aderung, die Nadeln der Coniferen, sowie Blattschuppen und schuppenförmige Nebenblätter wachsen vorherrschend an ihrer Basis, in einer verhältnißmäßig niedrigen Meristemschicht, nach.[1]) Bei den Blättern der Dikotyledonen und der mit Netzrippen versehenen Monokotyledonen (Paris, Goodyera u. a.) erfolgt das Blattwachsthum nicht an der Basis allein, sondern die Neubildung und Ausdehnung von Zellen ist an verschiedenen Punkten „intercalar" thätig. An getheilten Blättern ist die Basis der Einschnitte der Punkt, wo die Bildungsthätigkeit zuerst erlischt, indem das Meristem in Dauergewebe übergeht. In ungetheilten Blattflächen pflegt dieser Uebergang von der Spitze nach dem Blattgrunde hin vorzuschreiten.

Man unterscheidet nach Vorstehendem verschiedene Haupt- und Untertypen des Blattwachsthums (basipetal, basifugal, divergent, convergent, simultan 2c.), je nachdem die Größenentfaltung des Blattes vorherrschend von dessen Basis ausgeht (die Spitzenzone zuerst zu wachsen aufhört); oder von der Spitze; oder von einer mittleren Zone aus nach der Basis und Spitze zu; oder von beiden Enden her nach einem mittleren Punkte convergirt; oder gleichzeitig zwischen Basis und Spitze erfolgt 2c.[2])

Die größte Wachsthumszunahme erfährt das Blatt unter der Einwirkung des Lichtes in den Tagesstunden.[3])

Obgleich das Größenwachsthum der Blattorgane, im Vergleich zu den Axengebilden, beschränkt ist, erreichen doch nicht nur manche Blätter sehr beträchtliche Dimensionen (S. 187), sondern auch die zeitliche Beschränkung des Flächenwachsthums hindert nicht, daß die Entwicklung bisweilen den Zeitraum mehrerer Jahre

---

[1]) Daher reichen die Zerstörungen, welche die Lärchenminirmotte, Tinea laricinella, am jungen Lärchenblatte verursacht, späterhin nur etwa zur doppelten Länge des Räupchens. Nach Waldbränden, welche beim Erwachen der Vegetation nur die oberflächliche Bodendecke zerstörten, beobachtet man öfter ein paar Wochen später eine frisch grüne Grasflora, deren Blätter an der Spitze verkohlt sind und zusammenkleben, im Uebrigen normal auswachsen. In präciser Weise ermittelt man die Wachsthumsherde im Blatte durch mikroskopische Untersuchung der anatomischen Elemente, oder durch Fixirung von Punkten am wachsenden Blatte und Beobachtung des sehr ungleichen Maßes, in welchem die so bezeichneten Blattstücke aus einander rücken.

[2]) A. W. Eichler: Zur Entwicklungsgeschichte des Blattes. Marburg 1861.

[3]) F. Nobbe, H. Hänlein und C. Councler, Beiträge zur Biologie der Schwarzerle. Thar. forstl. Jahrb. **30** (1880), 1. — F. G. Stebler, Unters. über d. Blattwachsthum. Leipzig 1876.

umfaßt, sowie daß ferner die Dauer der Blätter nach ihrer Größenentfaltung eine mindestens gleichgroße Zeitperiode überdauert.

Der Abfall der Blätter wird an den Holzpflanzen herbeigeführt durch die Bildung einer zarten Parenchymschicht im Blattgrunde, welche von ihrem Entdecker, H. v. Mohl[1]), Trennungsschichte genannt wurde (Fig. 43; 178). Innerhalb dieser Parenchymschichte, deren einander zugekehrte Zellwände sich abrunden, erfolgt die Ablösung des Blattes, und zwar in den Intercellularräumen, deren Intercellularsubstanz durch die sich anhäufenden organischen Säuren gelöst wurden, mit glattem Bruch und ohne daß die Zellwände selbst eine Verletzung erfahren (Fig. 178 d). Nur wo der Blattfall durch Frost oder sonstwie gewaltsam beschleunigt wurde, beobachtet man bisweilen in beiden Trennungsschichten durch Eisbildung zerrissene Zellen. In diesem Falle pflegt auch der Bruch nicht glatt zu sein, Gefäßbündelreste ragen hervor. Die Korkschicht (Fig. 178 b), welche bei einigen Baumarten am Blattgrunde ausgebildet wird, ist nicht der Ort der Trennung. Bei Aesculus liegt die Trennungsschichte dem braunen Periderma dicht an; letzteres verbleibt aber dem Zweige, die Wundstelle schützend. Es ist wohl etwas zu viel behauptet, daß die Korkschicht am Blattfall gänzlich unbetheiligt sei. Sie entsteht vor der Trennungsschicht, hemmt die Wasserzufuhr und bereitet so die Bildung der Trennungsschicht vor. Die Gefäßbündel des Blattes erfahren in der Trennungsschichte selbst eine beträchtliche Verengung (Fig. 43 f); es vermindern sich an dieser Stelle ihre Holz- und Bastzellen und Gefäße; in einigen Fällen besteht hier das Gefäßbündel, wie J. Wiesner beobachtete[2]), nur aus cambialen Zellen, und es drängt sich das Gewebe der Trennungsschichte gewissermaßen in das Gefäßbündel hinein. So kommt es, daß voll ausgereifte Blätter schließlich durch ihr eigenes Gewicht, auch bei völliger Windstille und ohne die mechanische Mitwirkung des Frostes, abfallen. Vermag der Frost einerseits eine vorzeitige Lösung des Blattes vom Zweige herbeizuführen, so kann andererseits ein sehr zeitiger Frühfrost Ursache sein, daß die Blätter überhaupt im Herbste nicht abfallen, sondern den Winter über, wiewohl abgestorben, am Baume verbleiben und erst nach eingetretener Fäulniß des Blattstiels abgeworfen werden. Diese Erscheinung wird bisweilen an Obstbäumen, an Cytisus und einigen anderen Baum- und Straucharten beobachtet, regelmäßig aber an Eichen, Buchen und Hainbuchen, deren Knospen erst im Frühjahr stark anschwellend die trockenen Blätter abstoßen. Ein sehr trockener Sommer bedingt gleichfalls entweder einen verfrühten Laubfall, da ein verminderter Wassergehalt die Bildungszellen der Trennungsschichte zur Neubildung anregt (Wiesner), oder er ist bei nachfolgender Regenperiode Anlaß, daß diese Bildung sich verspätet und die durch den ersten Frühfrost getödteten Blätter im Winter dem Baume verbleiben.[3])

---

[1]) H. v. Mohl, über die anatomischen Veränderungen des Blattgelenkes, welche das Abfallen der Blätter herbeiführen. Botan. Zeitung **19** (1861). S. 7.

[2]) J. Wiesner, Sitzungsber. der Wiener Akademie der Wissensch., math.-naturwissensch. Cl. Bd. 64, I. Abth. 1871.

[3]) Bezüglich ihres Mineralstoffgehalts halten die im Winter gepflückten, abgestorbenen Blätter etwa die Mitte zwischen den Frühjahrs- und Herbstblättern.

In Bezug auf ihre Lebensdauer nennt man die Blätter hinfällig (Folia caduca), wenn sie bald nach ihrer Entwicklung wieder abfallen, wie dies häufig bei Nebenblättern und Knospenschuppen der Fall ist; jährig oder sommergrün (Fol. annua), wenn eine Vegetationsperiode nicht überdauert wird, und ausdauernd (Fol. persistentia), wenn sie bis zur folgenden Vegetationsperiode (wintergrün) oder selbst mehrere Vegetationsperioden (immergrün, Semper virentes) lebend bleiben.

Als besonders langlebig erscheinen die Blätter der Coniferen, mit Ausnahme einiger „sommergrünen" Gattungen, welche, wie Larix, ihre sämmtlichen Nadeln, von der Zweigbasis beginnend, bis zum Abschluß der Vegetationsperiode abwerfen. Kiefer, Fichte, Tanne, Eibe, Hemlockstanne u. a. verlieren ihre Benadelung nach einer größeren oder geringeren Zahl von Vegetationsperioden, so daß, im großen Ganzen, die Zweige völlig entblättert erscheinen

an Pinus sylvestris und P. strobus am 3—4jährigen Zweige,
„ „ austriaca, Taxus baccata, Juniperus communis am 5—6jährigen Zweige,
„ Abies pectinata, Nordmanniana, Douglasii am 6—8jährigen Zweige,
„ Picea vulgaris am 5—7jährigen Zweige,
„ Thuja occidentalis am 4—5jährigen Zweige.

An der Wellingtonia gigantea verbleiben die Blätter bei uns 3 Jahre lebensthätig, fallen aber alsdann nicht ab, sondern sind noch eine Reihe von Jahren abgestorben am Stamme zu beobachten. Vorstehende Ziffern sind nicht dahin aufzufassen, daß sämmtliche Blätter eines Jahrestriebes die genannte Zahl von Jahren überdauern; es wird vielmehr bereits im ersten Jahre ein Bruchtheil des Blattbestandes oder — bei den Kiefern — der Kurztriebe abgestoßen, in jedem folgenden Jahre ein weiterer Bruchtheil, bis zur vollständigen Entblätterung. Dieser allmählige Verlauf des Blattfalls der Nadelhölzer wird durch folgende Ziffern illustrirt.

1. Abies pectinata Dec.

a) Ein junges im Schluß erwachsenes Bäumchen besaß im Juni 1874 am Haupttriebe vom Jahre

	Blätter	Blattnarben	ursprüngliche Blattzahl	abgefallen (Procent)
1874 . . .	29	0	29	0
1873 . . .	29	1	30	3
1872 . . .	19	2	21	9,5
1871 . . .	33	7	40	17,5
1870 . . .	35	8	43	18,6
1869 . . .	6	20	26	77
1868 . . .	0	x[1])	x[1])	100

b) Ein etwas freier erwachsenes Bäumchen, beobachtet im Juni 1875:

	Blätter	Blattnarben	ursprüngliche Blattzahl	abgefallen (Procent)
1875 . . .	35	0	35	0
1874 . . .	48	9	57	16
1873 . . .	101	16	117	13,6

[1]) Nicht mehr deutlich erkennbar.

	Blätter	Blattnarben	ursprüngliche Blattzahl	abgefallen (Procent)
1872 . . .	101	32	133	24
1871 . . .	128	32	160	20
1870 . . .	135	50	185	27
1869 . . .	90	41	131	31
1868 . . .	0	x[1])	x[1])	100

2. Picea vulgaris Lk.

Ein ca. 18 Jahre altes 2 m hohes, bis unten beastetes Exemplar, an welchem 14 Jahrestriebe bestimmt zu zählen waren, zeigte im Juni 1878 am Haupttriebe von

	Blätter	Blattnarben	ursprüngliche Blattzahl	abgefallen (Procent)
1878 . . .	196	1	197	0,5
1877 . . .	266	9	275	3,3
1876 . . .	42	35	77	45,5[2])
1875 . . .	108	39	147	26,6
1874 . . .	118	24	142	16,9
1873 . . .	121	92	213	43,2
1872 . . .	94	31	125	24,8
1871 . . .	0	x	x	100.

3. Pinus sylvestris.

Ein junges Bäumchen ergab im Juni 1878 am Haupttriebe

Jahrgang	Brachyblasten	Lücken	ursprüngliche Anzahl	abgefallen (Procent)
1878 . . .	66	0	66	0
1877 . . .	16	45	61	74
1876 . . .	52	9	61	15
1875 . . .	17	20	37	54
1874 . . .	8	x[1])	?	?

Es erhellt, daß die Intensität des Blattfalls an einem Nadelholztriebe nicht einfach eine Function von dessen Alter ist. Einzelne Jahrestriebe halten ihre Nadeln beharrlicher fest, als andere. Der Einzelbaum bietet an seinen ungleichaltrigen Jahrestrieben ähnliche Verschiedenheiten der Blattdauer, wie wir sie in Beständen im Großen als Wirkung der gesammten Standortsverhältnisse beobachten. Diese Thatsache ist verständlich genug, da auch am freistehenden Baume die Peripherie der Krone die inneren Partien mehr oder minder im Lichtgenuß beeinträchtigt; das Licht aber der Hauptfactor ist, welcher mit der Lebensthätigkeit der Blattorgane zugleich deren Dauer beeinflußt. Daneben wirken selbstredend die Jahreswitterung, die Bodenverschiedenheiten, welche die Wurzeln zu durchsetzen haben, und andere Ernährungsverhältnisse ihrerseits ein. Es ist nicht ausgeschlossen, daß einzelne begünstigte Nadeln erheblich das Durchschnittsalter ihrer Species überschreiten können, wie dies auch bei immergrünen Laubhölzern, der Beobachtung H. Hoffmann's zufolge, der Fall zu sein scheint.[3]) Im Allgemeinen rückt der Blattfall von der Basis des Zweiges zu dessen Spitze vor; be-

[1]) Nicht mehr deutlich erkennbar.

[2]) In der schwachen Entwicklung dieses Jahrestriebes und seiner geringen Nadeldauer gelangt ohne Zweifel der Spätfrost vom 19./20. Mai 1876 zum Ausdruck. Vgl. F. Nobbe, Tharander forstl. Jahrbuch 1876. Der Kiefer hat der Frost offenbar nicht geschadet; anderen ihrer Art in hohem Grade.

[3]) Ueber Blattdauer. Botanische Zeitung **36** (1878), 705.

schattete Blätter sterben früher, als gut belichtete. An Nadelholzzweigen nimmt jedoch der Abfall, wie oben ersichtlich, oft einen durchaus unregelmäßigen Verlauf.

Unter den wintergrünen Laubhölzern ragen manche Palmen durch vieljährige Lebensdauer ihrer Blätter hervor. Demnächst sind als wintergrün zu nennen: Urostigma elasticum (Gummibaum), Hedera, Ilex, Buxus, Mahonia (Berberis) fascicularis und aquifolium, Aucuba, Gaultheria, Prunus laurocerasus, Rhododendron. Die wintergrünen Holzgewächse zeichnen sich nach Wiesner's Beobachtungen durch eine langsamere Transspiration vor den sommergrünen aus; sie erfahren zugleich eine schwächere Abnahme der Wasserverdunstung beim Sinken der Temperatur im Herbste, als diese. Bei den meisten derselben wird in der Regel ein Alter von zwei, in besonders günstigen Einzelfällen von drei Kalenderjahren nicht überschritten. Bei Ilex aquifolium und Buxus sempervirens im Tharander forstbotanischen Garten werden die dreijährigen Zweige Ende Juni meist blattlos gefunden. Bei Rhododendron ponticum finden sich im October noch einige Blätter am dreijährigen Triebe, während an Rhod. punctatum schon die vorjährigen Triebe kahl sind. Auch hier ist in erster Linie die Belichtung für etwaige Abweichungen vom Mittel in Anspruch zu nehmen. Das Klima überhaupt ist insofern von Einfluß, als eine und dieselbe Baum- und Strauchart in nördlichen Gegenden eine kürzere Blattdauer darbietet, als in südlicheren. Ligustrum vulgare, welches nach H. v. Mohl in Italien wintergrün ist, wirft in Tharand in der Regel die Mehrzahl seiner Blätter im Herbste ab.

Die weitaus größere Mehrzahl der Blätter erfährt vor dem Abfall eine Farbenveränderung: sie werden roth oder gelb. Herbstrothe Blätter finden sich, oft neben gelben, an Quercus rubra, palustris, coccinea, Pyrus, Crataegus, einigen Arten von Cornus (florida tiefroth)[1]), Berberis, Rhus typhinum, cotinus, toxikodendron), Ampelopsis, Viburnum opulus und lantana (beide blaßrosa), einige Species von Vitis, Deutzia crenata, Viburnum prunifolia, Sorbus torminalis (letztere drei schmutzig blutroth oder braunroth), vereinzelter an Evonymus, Ulmus campestris, suberosa, Acer platanoides. Die meisten Blätter färben sich vor dem Abfall gelb in mannichfachen Nüancen variirend: weißgelb: Acer tartaricum, Syringa vulgaris, Philadelphus grandiflorus, Evonymus verrucosus, Ribes alpinum, Symphoricarpus racemosa; schwefelgelb: Betula, Populus, Acer platanoides; citronengelb: Liriodendron tulipifera, Smilax rotundifolia, Cercis siliquastrum, etwas blasser: Cornus alternifolia; lichtgelb mit bräunlichem Anfluge: Aristolochia Sipho, Castanea vesca, Magnolia acuminata &c.

Die Herbstfärbung geht zwar in der Regel dem Blattfall voraus, gleichwohl stehen beide Erscheinungen nicht in unmittelbar nothwendigem Zusammenhange, wie einestheils aus dem bereits erwähnten Sitzenbleiben abgestorbener und verfärbter Blätter an manchen Bäumen, anderentheils daraus hervorgeht, daß bisweilen ein Abfall der noch fleckenweise (Birke, Berberis &c.) oder ganz grünen, nicht vom Frost getroffenen Blätter beobachtet wird (Syringa vulgaris und chinensis,

[1]) Unterseite farblos, nur durchscheinend.

Platanus, Alnus cordata, Coronilla emerus und coronata, Prunus Mahaleb u. a.); endlich aus der Thatsache, daß auch die perennirenden Blätter oftmals transitorisch eine gelbe, braune oder rothe Winterfärbung annehmen, welche nicht den Tod des Blattes zur Folge hat und im Frühling allmählig wieder verschwindet. Eine gelbe Winterfärbung wird häufig beobachtet an den Blättern von Nadelhölzern, Taxus baccata, Biota occidentalis und gigantea, Cupressus Lawsoniana, Pinus sylvestris, Abies Nordmanniana, lasiokarpa und Pichta; ein temporäres Winterbraun zeigen vornehmlich stark die Nadelhölzer, welche von der östlichen Erdhälfte importirt wurden: Biota orientalis und plicata (bisweilen auch occidentalis), Sequoja gigantea, Taxus baccata. An Varietäten mit goldigem Laubwerk, wie Thuja aurea, Pseudolarix Kämpferi, verschwindet im Herbst der goldene Farbenton, sie werden grün und erst dann winterbraun. Die rothe Winterfärbung tritt hauptsächlich an perennirenden Dikotyledonen auf.

Die herbstlichen Verfärbungen der Blätter, welche gewöhnlich an den ältesten Theilen (Spitze und Rand) beginnen, erfolgen selten gleichmäßig über die ganze Blattfläche. Die Ursache dieser winterlichen Mißfärbungen liegt theils in Veränderungen des Chlorophylls, theils in der Bildung besonderer Farbstoffe; stets in Vorgängen im Zellinnern. Die Zellmembranen sind in der Regel farblos geblieben. Vergilbte und geröthete Blätter enthalten zugleich eine größere Menge freier Säure, als grüne Blätter gleicher Art (Wiesner).

Die Gelbfärbung ist einfach die Folge der Zerstörung des Chlorophylls durch das Licht unter Ausschluß der Neubildung desselben. Beschattete Zweige und Blätter oder Blatttheile entfärben sich weniger, als die beleuchteten Partien. Braungefärbt erscheint ein Blatt durch einen aus einem kleinen Theile des Chlorophylls unter Frostwirkung entstandenen braungelben Farbstoff (G. Haberlandt), welcher im Frühjahr, oder wenn der gebräunte Zweig in siedendes Wasser getaucht wird, wieder verschwindet. Die rothe Winterfarbe beruht, wie die Herbstfärbung der sommergrünen Laubblätter, auf der Bildung von Anthokyan, beim Eintritt der Vegetationsruhe, bald nur in den Oberhautzellen, bald auch im Mesophyll und den Strangscheiden des Blattes.[1])

Auch im Frühling erscheinen die jungen Blättchen mancher Bäume (Crataegus, Acer platanoides, Quercus 2c.) mit einem hochrothen, später vollständig verschwindenden Farbenton.

Der Habitus der Bäume.

Von dem Arrangement der Blätter ist principiell diejenige der Zweige und Aeste abhängig, da die Blattachseln zugleich Träger der Zweigknospen sind. Allein nicht alle Knospen gelangen überhaupt zur Entfaltung, und die entfalteten sind

[1]) H. v. Mohl: Farbenveränderungen grüner Pflanzen im Winter (Verm. Schriften, 375). — G. Kraus, Botan. Zeitung 1872, 1874. — James M'Nab, über den winterlichen Farbenwechsel einiger Cupressineen. Landw. Vers.=Stationen **16** (1873), 439. — Askenasy, Botanische Zeitung 1875. — J. Wiesner, Festschrift zur Feier des 25jähr. Bestehens der K. K. Zool.=botan. Ges. zu Wien. 1876. — G. Haberlandt: Unters. über die Winterfärbung ausdauernder Blätter. Sitzungsber. der Wiener Akademie der Wissensch. **72** (1876).

wiederum im Laufe der Zeit so mannichfaltigen mechanischen Verletzungen und zufälligen Gefährdungen und Benachtheiligungen — auch ohne den Concurrenzkampf um Lichtgenuß im Hochwalde — ausgesetzt, daß die Ausgestaltung der Baumkrone von einem unablässigen natürlichen Reinigungsprocesse begleitet ist und wenige Zweige zu definitiver Ausbildung gelangen. Die Ueberfülle angelegter Knospen — einschließlich der Nebenknospen — macht die Verkümmerung minder begünstigter Zweigsprosse durch gegenseitige Lichtbenutzung, durch meteorologische Ereignisse, Insecten und andere Thierklassen, durch Parasiten 2c. zur Nothwendigkeit. Ungeachtet dieser anscheinend vollkommen regellos waltenden Zerstörungskräfte ist eine gewisse typische Plastik, die man als „Habitus" zu bezeichnen pflegt, den verschiedenen Baumgattungen eigen. Der Habitus aber bestimmt den physiognomischen Charakter der Bäume und dieser Eindruck läßt sich zum Theil auflösen in mathematische Verhältnisse der Form, Zahl und Größe der Organe, sowie des Verzweigungsmodus. Die Verzweigung bildet entweder ein monopodiales oder dichotomisches System, je nachdem die seitlichen Gebilde unterhalb der Vegetationsspitze entstehen, oder die letztere zu wachsen aufhört und sich in zwei Vegetationspunkte theilt. Wachsen beide Gabelzweige eines dichotomischen Systems gleichmäßig, so ist das System gabelig, wächst jederzeit ein Ast stärker, so heißt es ein Sympodium. Behält das Wachsthum der Hauptaxe im monopodialen System das Uebergewicht über die Seitenzweige, so entsteht eine racemöse (traubige) oder unbegrenzte Verzweigung. Entwickeln sich aber die Seitensprosse stärker, als die Hauptaxe, so entsteht ein cymöses (trugdoldiges) oder begrenztes Verzweigungssystem. Bei den im Vergleich zu den Laubhölzern durch langschaftige Stammbildung und relativ untergeordnete, aber regelmäßige racemöse Krone (besonders schön ausgeprägt bei Araucaria, Larix 2c.) ausgezeichneten Nadelhölzern ist die Anordnung der Quirlknospen, gegenüber den minder kräftigen und sparsamen Zwischenknospen, sowie die Unfähigkeit, in Ausfall gerathene Aeste durch Adventivknospen zu reproduciren, von unverkennbarem Einfluß. Bei den Laubhölzern tritt der Höhenwuchs in zeitiger Culmination zurück im Vergleich zu der mächtigen Entwicklung der Seitenäste, welche an ihrer Ansatzstelle die Stärke des Stammes oft nahezu erreichen (Eiche!). Sie bilden eine cymöse Krone. Von den Nadelhölzern stellen die Pinie und gemeine Kiefer mit ihrer späterhin schirmförmig abgeflachten Krone, die Tanne mit ihrem „Storchnest" im höheren Alter gewissermaßen einen Uebergang dar zu den Laubhölzern. Durch



Fig. 206. Syringa a vulgaris; b chinensis; c persica. β Gipfelknospe (unentwickelt), α Seitenknospen.

besonders tiefe Beastung sind ausgezeichnet die Fichte, Weymuthskiefer, Nordmann's Tanne ꝛc. Manche Bäume haben ferner die Tendenz, den Terminaltrieb des Stammes und der Aeste continuirlich zum Absterben zu bringen und Seitentriebe deren Stelle vertreten zu lassen. Häufig auch entwickelt die Endknospe sich überhaupt nicht (Fig. 206), oder sie wird zum Blüthenstand (Fig. 154; 175), oder verdornt (Fig. 149; 150). Ist die Blattstellung decussirt, so treten hierbei falsche Gabelungen auf, bei spiraliger Blattstellung eine Art Dichasie. Die Eiche, Weide, Pappel stoßen ein- bis zweijährige Zweige mit einem Gelenke ab, im Hochwald auch ältere Aeste. Empfindlichkeit gegen Früh- oder Spätfröste vernichtet die Gipfeltriebe bei manchen Baumarten leichter, als bei anderen, was nicht unbemerkt an dem Habitus der Bäume vorübergehen kann.[1]) Von hervorragendem Einfluß auf den Habitus einer Baumgattung ist ferner die natürliche Abstandsrichtung der Aeste vom Stamm. Es genügt in dieser Beziehung hinzuweisen auf die Kiefer im Gegensatz zur Fichte, auf die sperrige Eiche im Gegensatz zur Buche, auf die habituell verschiedene Astrichtung der Italienischen und Schwarzpappel, Salix alba und fragilis ꝛc.

Die Knospe (Gemma).

Jede Stammaxe entsteht aus einer Knospe, welche im Gegensatz zu den Blüthenknospen und zu den Blüthen und Laubblätter erzeugenden „gemischten Knospen" Laub- oder Stammknospe (Gemma) genannt werden. Der Embryo im Samen trägt diese Stammknospe an seiner Spitze. An den Holzgewächsen treten die Knospen entweder an der Spitze der Triebe, oder in den Blattachseln, oder an anderen zufälligen Punkten der Oberfläche auf (Adventivknospen) So lange die Stammaxe, Blätter erzeugend, vorschreitet, ist ihr Vegetationskegel frei, im winterlichen Ruhezustande dagegen von mehr oder minder ausgebildeten appendiculären Organen (metamorphosirten Blattorganen) bedeckt (s. S. 202). In Bezug auf die letzteren müssen wir zwei Arten von Knospen unterscheiden: bei vielen Pflanzen nämlich sind alle Blätter der Knospen von derselben Beschaffenheit oder doch wenigstens nicht merklich verschieden, und wachsen bei der Entwickelung des Triebes zu wahren Laubblättern heran, weshalb man die Knospen nackt oder unbedeckt (Gemma nuda) nennt; dies ist vorzüglich bei Bäumen warmer Himmelsstriche, selten bei Sträuchern (Rhamnus frangula, Viburnum Lantana [Fig. 207] ꝛc.), ganz gewöhnlich aber an den oberirdischen Theilen krautartiger Gewächse der Fall, bei welchen letzteren die Knospen nicht selten von den Nebenblättern ihres Stützblattes oder von der Basis des Stützblattes selbst eingeschlossen werden. Bei den meisten unserer Bäume und Sträucher, an welchen die Knospen längere Zeit auf einer gewissen Stufe der Entwickelung stehen bleiben, welcher Zeitraum mit der Periodicität des Wachsthums der Pflanzen überhaupt in Ver-

[1]) Speciellere Darstellungen dieser Verhältnisse bei einigen Laubhölzern s. bei N. J. C. Müller: Botan. Unters. VI. Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Baumkrone. Heidelberg, 1877.

bindung steht, sind die äußeren appendiculären Organe in Form und Textur meist sehr von den inneren verschieden: man nennt sie deshalb Knospendecken oder Knospenschuppen (Perulae) und die betreffende Knospe bedeckt (Gemma tecta). Bäume, welche in der Regel nur die im vergangenen Jahre in der Knospe angelegten Blätter ausbilden, bei denen sich zugleich die Endknospen zeitig schließen, haben gewöhnlich mehrere, oft zahlreiche Knospenschuppen (Fig. 141; 208; 209) von sehr ungleicher Größe, Consistenz und Behaarung. Fig. 210 stellt in natürlicher Größe die von einer Buchenknospe abgelösten Knospenschuppen in ihrer Reihenfolge von außen nach innen dar. Bäume dagegen, deren mit Blattbildung verbundenes Längswachsthum sich bis zum Herbst erstreckt (Birke, Erle [Fig. 170], Weide [Fig. 171]), pflegen wenige oder gar keine eigentlichen Knospenschuppen besitzen. An solchen Knospen schließen die Blätter gewöhnlich auch dicht aneinander, so daß die Spitze des Triebes vollkommen gedeckt ist, daher man sie auch geschlossene

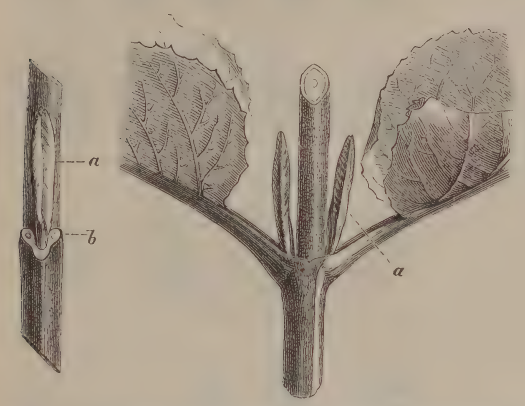


Fig. 207. Viburnum lantana. a nackte Winterknospen (Seiten- und Rückansicht); b Blattspur mit 3 Gefäßbündeln (nat. Gr.).



Fig. 208. Kurztrieb von Rhamnus cathartica mit Winterknospe (vergr.).

Knospen (Gemma clausa) nennt, zum Unterschiede von den Knospen der Kräuter, die meist ohne merkliche Pause in ihrer Entwickelung fortschreiten und an welchen die Blattspitzen gewöhnlich etwas abstehen und daher offene Knospen (Gemma aperta) genannt werden.

Der sogenannte Knospenschluß tritt bei den einzelnen Baumgattungen zu sehr verschiedenen Momenten der Vegetationsperiode ein. Diese Ruhe der Vegetationsspitze ist jedoch nicht gleichbedeutend mit Sistirung der vitalen Thätigkeit der betreffenden Axe. Die Blätter arbeiten vielmehr noch unausgesetzt zur Verdickung der Axe und zur Aufspeicherung des Bildungsmaterials für die nächstjährigen Entwickelungen. Schon im Mai oder Juni erfolgt der Knospenschluß der Eiche, Buche, Hainbuche, Esche, Linde, Roßkastanie, Fichte, Tanne 2c. Erst später gelangen zum Knospenschluß: die Birke, Weide, Erle, Cornus, Ulme, während dagegen der Maulbeerbaum, die Robinie, Ampelopsis, Vitis u. a. in unserem

Klima die Knospen überhaupt nicht zum Abschluß fertig bilden. Sie wachsen fort, bis die jungen Spitzen den ersten Nachtfrösten zum Opfer fallen. H. v. Mohl hat nachgewiesen, daß letztgenannte Pflanzen in Italien ebenfalls ihre Vegetation alljährlich mit einer Knospe abschließen. Da die Weiterbildung der letztgenannten Kategorie von Holzgewächsen in unserem Klima auf die Entfaltung an Seitenknospen beschränkt ist, hat auch dieser Umstand, wie die Zeit des Knospenschlusses überhaupt, einen begreiflichen Einfluß auf den Habitus der Wald- und Parkbäume.[1])



Fig. 209. Azalea pontica. A Blattknospe (im Aufbrechen begriffen): α Knospenschuppen, β Laubblätter. B Blüthenknospe: α Deckblatt; β Blüthenknospe. C verkümmerte Stammspitze.

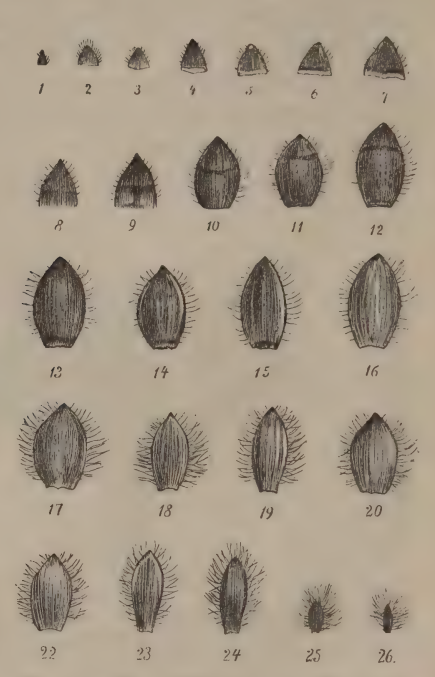


Fig. 210. Isolirte Schuppen einer Winterknospe der Buche, geordnet von außen nach innen (nat. Gr.).

Nicht selten beobachtet man ein voreilendes Erwachen der Winterknospen schon im Spätsommer. Diese Erscheinung ist (bei Fichten, Eichen, Ahornen x.) bekannt unter dem Namen des „Johannis“- oder „Augusttriebes“, sofern es Laub-Knospen betrifft, und als „Herbstblüthen“ (an Robinien, Obstbäumen, Roßkastanien, Colutea, Lonicera, Cornus sanguinea, Corylus, Vitis x.), wenn die für das nächstfolgende Jahr angelegten Blüthen-Knospen sich entfalten.

[1]) Von praktisch forstlicher Bedeutung sind die im Text erwähnten Verhältnisse für Läuterungshiebe, welche bei zu Stockausschlag geneigten Hölzern spät im Sommer ausgeführt werden sollen, damit die Lohden unausgereift erfrieren, während im Nieder- und Mittelwald ein frühzeitiger Hieb der Stöcke angezeigt erscheint.

Ein bestimmter Witterungsverlauf (trockner Sommer mit nachfolgendem ausgiebigen Regen oder eine Verletzung der normalen Laub- oder Blüthengeneration) sind die allgemeine Ursache dieser Erscheinung. Daneben ist eine besondere (Standorts- oder individuelle) Disposition mancher Bäume nicht zu verkennen. Die Steineiche bietet an manchen Standorten fast regelmäßig Augusttriebe dar; wir beobachteten an ihr sogar drei Sproßfolgen in einer Vegetationsperiode, deren dritte noch ausreifte. Desgleichen ist eine selbst mehrfach wiederholte Blüthen- und Fruchtbildung an einzelnen Obstbäumen entschieden individuell erblich.[1])

Die Knospenschuppen sind entweder anticipirte, zu Schuppen verkümmerte Blätter des nächstjährigen Triebes, oder Nebenblätter der dem nächstjährigen Triebe angehörigen Blätter. Erstere tragen in ihren Achseln, gleich den Laubblättern, Knospen, die aber sehr klein sind und meist nur in Folge von Ver-

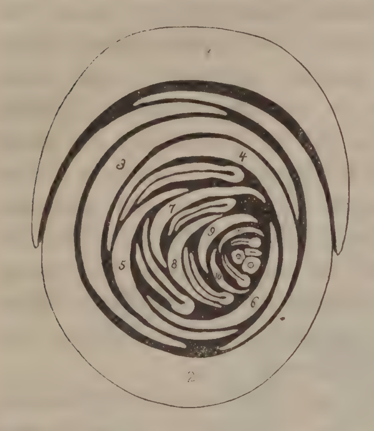


Fig. 211. Diagramm der Winterknospe von Tilia grandifolia (1—11 Nebenblätter).

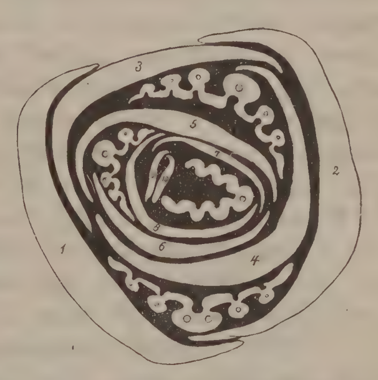


Fig. 212. Diagramm der Winterknospe von Alnus glutinosa (1—10 Nebenblätter).

stümmelung der Pflanze zur Entfaltung gelangen, in diesem Falle aber die Wiederausschlagsfähigkeit wesentlich erhöhen. Th. Hartig hat diese Knospen Kleinknospen genannt; sie sind aber nicht wesentlich von den Blattachselknospen unterschieden. Bei allen Pflanzen, welchen die Nebenblätter fehlen, bilden solche schuppenförmige Blätter allein die Knospendecken und stehen dann entweder nur an der Basis des jungen Triebes, während sämmtliche übrigen Blattanlagen sich

[1]) Bis zur dritten Generation konnte die Erblichkeit mit Bestimmtheit nachgewiesen werden. Das Jahr 1858 war reich an Herbstblüthen. Auf einer dem Studium der im Text erwähnten Erscheinung (im September) gewidmeten Fußtour durch Thüringen wurde im Dorfe Magdala bei Jena ein Birnbaum (Margarethenbirne) mit reifen und halbreifen Früchten gefunden. Das Pfropfreis für denselben war einem Baume in dem Dorfe Ottstedt entnommen, der dieselbe Eigenschaft, fast alljährlich zweimal zu fructificiren, besitzt und seinerseits aus Berka an der Ilm das Edelreis empfangen hat. Der Stammvater zu Berka, ein damals ca. 40 Jahre alter Baum, trägt, der Aussage des Besitzers zufolge, fast jedes Jahr zweimal und hat wegen der Vortrefflichkeit der Sorte meilenweit umher eine große Nachkommenschaft durch seine Pfropfreiser erzeugt, auf welche ausnahmslos die gedachte Eigenschaft des Stammvaters übergegangen ist. (N.)

zu wahren Laubblättern entwickeln (Acer, Aesculus, Abies ꝛc.), oder sämmtliche Blätter des Triebes entwickeln sich schon im Herbste zu häutigen Schuppen und bilden die Knospendecken, wogegen aber auch alle in ihren Achseln befindlichen Knospen sich im Frühjahre zu, wenn auch nur kleinen, Trieben entwickeln; dies ist der Fall bei den Kiefern, deren Nadelbüschel solche Kurztriebe sind. Nehmen Nebenblätter an der Knospenbildung Antheil, so bilden dieselben entweder allein die Knospendecken, in welchem Falle die Nebenblätter des untersten oder auch wohl noch des nächstfolgenden Blattes sich schon im Herbste vollkommen entwickeln, und von den übrigen durch Farbe und Consistenz, oder durch verschiedene Größe und Dicke abweichen (Liriodendron, Alnus [Fig. 211]), bei Betula sind die beiden äußersten kleinen Knospenschuppen verkümmerte Blätter, während die darauf folgenden größeren umgeänderte Deckblätter sind), oder sie bilden nur die inneren Knospendecken, während die äußeren von schuppenförmigen Blättern gebildet werden. In diesem Falle erscheinen die inneren Knospenschuppen häutig und trocken (Quercus, Castanea, Tilia [Fig. 212], Fagus)[2]) und werden dann von einigen Autoren Ausschlagschuppen (Ramenta) genannt; zwischen je zwei solchen inneren Knospenschuppen befindet sich stets ein entwickelungsfähiges Laubblatt (Fig. 213). Wie die äußeren Knospenschuppen mit der Entwickelung des jungen Triebes abfallen, so überdauern auch die als Knospendecken fungirenden Nebenblätter nur kurze Zeit die Entwicklung des zugehörigen Blattes. Am Spitzahorn sieht man oft im Mai, wenn die jungen Laubblätter nahezu ausgewachsen sind, im Sonnenschein, bei nur mäßig bewegter Luft, die zum Theil stark vergrößerten und ergrünten Knospenschuppen massenhaft herabrieseln. Bei der Buche bleiben sie, vertrocknet, häufig bis zum nächsten Jahre hangen. Pinus strobus und cembra verlieren die Reste früher, als Pinus sylvestris.

Die trockenhäutigen Knospenschuppen mit ihren stark verdickten Zellwänden, ihren wechselnden Lagen lufterfüllter Zellräume und schlecht wärmeleitenden Zellstoffmembranen, bisweilen noch unterstützt durch Harzabsonderungen (Fig. 176) und Haare, bilden einen wirksamen Schutz der jungen Knospen gegen das Erfrieren im Winter. Durch die Gummi-Gänge (Fig. 82) und Drüsen, welche bisweilen in den Knospenschuppen (Colleteren [Fig. 107; 226]) und den von ihnen eingeschlossenen Laubblättern enthalten sind, werden letztere im Frühjahr vor dem Austrocknen geschützt.

Zwischen den den Laubblättern entsprechenden Knospenschuppen streckt sich die Axe in der Regel wenig oder gar nicht; man bemerkt aber daselbst nach dem Abfallen der Knospenschuppen an den Stellen, wo dieselben befestigt waren, mehr oder minder deutlich dicht über einander stehende ringförmige Wälle, die erst nach

[1]) Bei den Tannen und Fichten sind die Knospenschuppen an den Rändern durch Harz zusammengeklebt. Bei der Entwickelung des neuen Triebes im Frühjahr lösen sich die oberen von der Axe ab, werden im Zusammenhange emporgehoben und zuletzt abgestoßen, während die unteren an der Basis des Triebes stehen bleiben und vertrocknen, so daß zwischen diesen und den wahren Blättern ein kleiner blattloser Raum bleibt.

[2]) Bei letzteren wird zuweilen eines oder das andere, wenigstens an der Basis grün, und bleibt dann längere Zeit stehen.

mehreren Jahren verschwinden, so daß man mittelst derselben, da sie immer die Basis eines neuen Triebes bezeichnen, das Alter der Zweige bestimmen kann (Fig. 176 d; 214). Innerhalb dieser Wälle stehen die kleinen Seitenknospen (**Kleinknospen**).

Wie die **Laubknospen** (Gemma foliifera), so entwickeln sich auch die **Blüthenknospen** (Gemma florifera) und die **gemischten** Knospen (Gemma mixta) in der Regel erst im nächsten Jahre. Blüthenstände, welche sich im



Fig. 213. Ausschlagsschuppen des Spitzahorns, mit je einem Laubblatt wechselnd, deren erste (α) unvollkommen entwickelt.



Fig. 214. Pyrus nivalis. 3jähriger Trieb (Winter 1877/78) mit Kurztrieben von 1876 und 1877.

Jahre ihrer Anlage entfalten, sind als um ein Jahr anticipirte Bildungen zu betrachten, und da jede einzelne Blüthe selbst wieder einen Trieb mit Axengebilden (Blüthenstiel, Scheibe), Blättern (Kelch, Blumenkrone &c.), und Knospengebilden (Samenknospen) darstellt, so sind letztere um 2—3 Jahre anticipirte Bildungen im Vergleich mit den Blattachselknospen. Herbstblüthen sind, gleich den Johannistrieben, **abnorme** Anticipationen.

Da jede Knospe der Anfang einer neuen Haupt- oder Nebenaxe ist, so ist

sie entweder endständig (Gemma terminalis), oder relativ seitenständig (G. lateralis). Stehen die Seitenknospen in dem Winkel eines deutlich entwickelten Blattes, so nennt man sie auch Blattachselknospen (G. axillaris); nicht immer stehen sie genau in dem Winkel des Blattes, wie bei Populus tremula (Fig. 215), sondern manchmal zur Seite desselben, wie bei der Buche (Fig. 141). Manchmal sind die Achselknospen in einer Höhlung des Blattstieles versteckt, in welchem Falle



Fig. 215. Winterknospe von Populus tremula, seitlich von der Blattbasis.

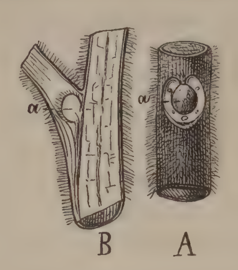


Fig. 216. Eingesenkte Knospe (a) von Rhus typhinum (nat. Gr.).

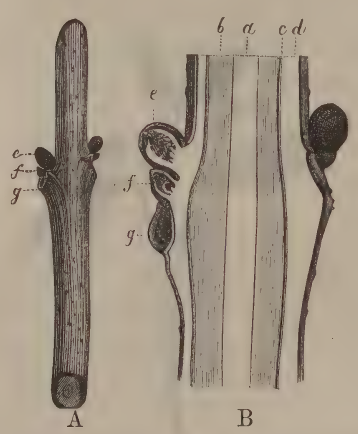


Fig. 217. Unterständige Beiknospe (f) von Fraxinus exelsior. A Zweig in nat. Gr.; B Längsschnitt vgr.: a Mark; b Holzkörper; c Cambium; d Rinde; e Achselknospe; f Beiknospe; g Blattspur.

sie eingesenkte Knospen (G. immersa) genannt werden, z. B. Robinia pseudacacia, Rhus typhinum (Fig. 216), oder sie sind über die Blattachsel emporgerückt (Fig. 140). Zuweilen fehlen entwicklungsfähige Terminalknospen gänzlich (Lemna), oder werden constant zu Blüthenknospen (Viscum album [Fig. 154], bei der Roßkastanie [Fig. 176 b] wenigstens häufig); zuweilen sind sie zwar vorhanden, abortiren aber überwiegend häufig (Syringa vulgaris [Fig. 206]), und die beiden ihnen ganz nahe stehenden Seitenknospen vertreten dann gleichsam ihre

Stelle, weshalb diese dann gepaarte Endknospen (Gemmae terminalis geminae) genannt werden. In der Regel basiren die Knospen unmittelbar auf der Axe, aus welcher sie entspringen, und werden sitzend (G. sessilis) genannt; verlängert sich ihr eigener Axentheil unterhalb der eigentlichen Knospe, so heißt diese gestielt (G. pedicillata), z. B. Alnus (Fig. 170).

Ueber oder unter den gewöhnlichen Axillarknospen finden sich bei manchen Pflanzen Knospen, welche man Beiaugen (Gemma accessoria) nennt, und zwar erstere oberständige (Gemma accessoria supera), z. B. Carpinus betulus, letztere unterständige (G. a. infera), z. B. Sambucus racemosa und nigra, Cercis, Fraxinus (Fig. 217). Bei Gleditschia makroakantha entwickeln sich die Blattachselknospen in dem Jahre ihrer Bildung zu Dornen, während die unterständigen Beiaugen im nächsten Jahre Triebe bilden; bei Sambucus werden beide bisweilen gleichzeitig zum Laubzweig. Auch seitlich am Grunde der Blattachsel- und Endknospen, und zwar entweder auf beiden Seiten, oder nur auf einer, entspringen oft kleine „nebenständige Beiaugen" (Gemma accessoria lateralis [Fig. 218; 219]), welche sich jedoch bisweilen nur als Substrat ihrer verkümmernden Hauptknospe entfalten. Bei Amygdalus nana liefern die seitlichen Beiaugen meist Blüthen, während die Hauptknospe einen belaubten Trieb erzeugt. Crataegus oxyacantha entwickelt die Hauptknospe häufig noch im Jahre ihrer Bildung zum Dorn, während die seitlichen Beiaugen im nächsten Jahre zu Laubtrieben aussprossen (Fig. 145 A).



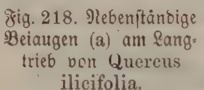


Fig. 218. Nebenständige Beiaugen (a) am Langtrieb von Quercus ilicifolia.

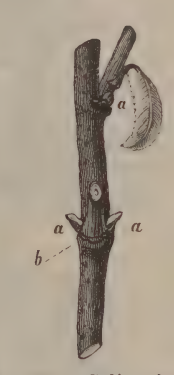


Fig. 219. Salix nigricans. a Nebenknospe; b Blattspur (nat. Gr.)

Die eigentlichen Knospen zeigen in ihrer Fortbildung drei verschiedene Abänderungen:

1) Sie entwickeln sich zu normalen Langtrieben, Makroblasten (Hartig), und zwar entweder schon in demselben Jahre, in welchem sie sich bildeten (Kräuter), oder erst ein Jahr später (Holzgewächse [Fig. 213; 220 b]). Im ersten Falle ist die Basis des Seitentriebes glatt und knospenlos, so daß hier auch kein Wiederausschlag erfolgen kann. Dasselbe ist der Fall bei jenen Holzgewächsen, deren Knospen nackt oder nur von Nebenblättern bedeckt sind. Wenn aber die Knospen der Holzgewächse von Laubblättern entsprechenden Knospenschuppen bedeckt sind, so bleiben

die von diesen gebildeten Querwälle mit ihren Kleinknospen am Grunde des Triebes zurück, und gehen später mit vorschreitendem Wachsthume des Haupttriebes auch von den Seitentrieben auf diesen über.

2) Sie entwickeln sich nicht zu normalen Zweigen, sondern bilden jährlich nur sehr kurze, oft kaum linienlange Längstriebe mit mehr oder weniger Blättern. Diese Triebe erreichen trotz der regelmäßigen Bildung neuer Jahresringe doch in 15—20 Jahren oft nur eine Länge von höchstens 10—12 cm und eine Dicke von einigen Millimetern. Dies sind die sogenannten Kurztriebe, Brachyblasten, Stauchlinge. Dieselben tragen viel zur inneren Belaubung der Bäume bei und sind die Ursache der scheinbaren Belaubung älterer Aeste der Buche, Lärche 2c. (Fig. 220 a). Manche dieser Kurztriebe haben die Neigung, nach relativ kurzer Lebensdauer sich abzulösen. Man findet diese wahren „Absprünge" von Kurztrieben besonders häufig an Eichen, Weiden, Pappeln, Haide, Ulme, Eschen, Ahornen, Wallnußbäumen, Evonymus u. a. Die „Fichtenabsprünge", frische Zweige, welche oft im Februar und März, seltener auch in anderen Jahreszeiten, zu Hunderten den Boden unter alten Stämmen bedecken, gehören nicht in die Kategorie der natürlichen Abgliederungen; sie sind von Eichhörnchen abgebissen, welche nach den schwellenden Blüthenknospen lüstern waren. Dagegen sind die Nadelbüschel der Kiefernarten hierher zu rechnen, Kurztriebe, welche neben einem System trockenhäutiger Schuppen zwei bis fünf und mehr Nadeln tragen, nach 2—4 Jahren abfallen, und nur in besonderen Fällen (auf Verletzungen ihrer Gipfelknospe) zu einem Langtriebe entwickeln (Fig. 221). Allein die Kiefernkurztriebe, wie die der Nadelhölzer überhaupt, lösen sich erst, nachdem die Blätter zuvor abgestorben sind. Sehr häufig sind die Kurztriebe die Träger der Infloreszenz (Fig. 152; 220).



Fig. 220. Vorjähriger Trieb von Larix europaea. a Kurztrieb; b Langtrieb mit isolirten Nadeln; c ♂ Blüthenkätzchen; d ♀ Zapfen; e dgl. mit beginnendem Durchwachs; f Fruchtschuppe ($3^1/_2$fach vgr.); g Deckschuppe.

3) Kommen namentlich die Blattachselknospen oft überhaupt nicht zur Entwickelung, ohne jedoch abzusterben. In diesem Falle werden gewöhnlich ihre Blattgebilde abgestoßen, aber das Knospenstämmchen bleibt lebendig und verlängert sich, so daß sein Ende immer auf der Oberfläche der Rinde liegt; man nennt sie dann schlafende Augen oder Proventivknospen (Gemma proventitia [Fig. 222]). Sie bestehen aus einer Markröhre, welche sämmtliche Holzlagen in gerader Richtung durchbricht, und aus concentrisch um dieselbe gelagerten Faserbündeln. Wo die Holzfasern des Schaftes auf den Stamm der Proventivknospe treffen, biegen sich dieselben nach außen um, schließen sich dem Knospen-



Fig. 221. Rosettentriebe aus den Endknospen der Kurztriebe von Pinus sylvestris (nat. Gr.).

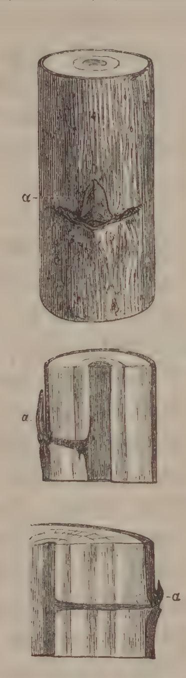


Fig. 222. Proventivknospe (a) am zwei- und vierjährigen Zweige von Salix fragilis (nat. Gr.).

stamme an, und verlaufen mit diesem in gerader Richtung nach außen; hierdurch entstehen den Knospenstamm umfassende, über die Grenzen jeder Jahreslage der Axe mehr oder weniger weit nach außen hervortretende Holzkegel (Knospenkegel), welche der äußeren krautartigen Knospe zur Basis dienen.

Diese Proventivknospen bedingen nebst den Kleinknospen die Wiederausschlagsfähigkeit der Bäume, sobald eine Störung des Längentriebes durch Abhieb, Gipfeldürre 2c. eintritt, und veranlassen auf diese Weise die sogenannten Wasserreiser, Kleberäste, Stammsprossen, den Stockausschlag, soferne der letzter nicht durch Adventivknospen am Ueberwallungsringe gebildet wird 2c. Ihre Lebensdauer ist bei den verschiedenen Bäumen verschieden groß.

Nicht selten vervielfältigen sich die Proventivknospen durch Theilung des Vegetationspunktes, wobei sich oft in den durch die Theilung entstandenen Winkeln neue Knospen bilden; hierdurch wird die Ausschlagsfähigkeit erhalten, wenn auch die in der äußeren todten Rinde liegenden Knospen absterben. Indessen findet eine solche Bildung immer nur an dem in den jüngsten Rindenschichten liegenden Theile des Knospenstammes statt. Tritt örtlich eine solche Vervielfältigung im hohen Grade ein, so giebt sie Veranlassung zur Entstehung der von Möbeltischlern gesuchten Kropfmasern, indem durch eine Ueberzahl von Knospenbildungen die Holzfasern mannigfach aus ihrer geraden Richtung verdrängt werden. Da in den vielfach gewundenen Holzfasern die freie Stoffcirculation gehindert wird, so mag dies wiederum Ursache sein, daß an solchen Stellen Neubildungen oft in größerer Masse erfolgen, und der Maserwuchs in Knollen und Auswüchsen über den Mantel des Schaftes oder Zweiges hervortritt (Pappeln, Birken, Erlen, Ulmen, Linden, Kiefern). Andere Formen localer Stamm- und Wurzelanschwellungen: die Knollenmasern, können durch verschiedene Ursachen bedingt sein. In der Regel ist jedoch eine Störung der Stoffleitung in der Richtung nach abwärts dabei betheiligt, sei es die Wucherung eines Pilzmyceliums (Schinzia Alni Woronin in den Wurzelknollen der Erle), eine locale, ringförmig (unter den Astquirlen) begrenzte Verharzung der Jahresringe, wie es bisweilen an Kiefern beobachtet wird, eine künstlich oder natürlich bewirkte Ringelung (Fig. 166).

Nach dem Absterben der Proventivknospen bemerkt man stets eine Trennung zwischen dem Knospenkegel und dem äußeren krautartigen Theile der Knospe; der Knospenkegel wächst dann nicht weiter, sondern wird von der nächsten Holzschicht überwachsen, während das Ende der todten Knospe noch lange äußerlich sichtbar bleibt (Birke). Unter günstigen Umständen können aber die Proventivknospen auch noch nach der Trennung von ihrem im Holze liegenden Stamme fortleben, indem sie gleichsam ein parasitisches Leben in der sie überwachsenden Rinde führen und durch fortdauernde concentrische Holzbildung zu kugeligen Knollen, sogenannten Säumaugen von Erbsen- bis Kinderkopfgröße heranwachsen, wie man sie häufig an den unteren Schafttheilen der Buche findet.

Nicht wesentlich von den Proventivknospen verschieden sind die oben erwähnten Kleinknospen, welche theils dem Haupttriebe ursprünglich angehören, und dann bei vorgeschrittenem Alter ringförmig um die Basis eines jeden Triebes herumstehen, theils von den Seitentrieben auf den Haupttrieb übergehen, und dann halbmondförmig unter jedem Aste stehen. Sie bilden ein Heer von schlafenden Augen, welche unter Umständen den eigentlichen Proventivknospen gleich hervorsprossen.

Bei den Nadelhölzern entwickeln sich regelmäßig alle sparsam vorhandenen Blattachselknospen, es fehlen daher die schlafenden Augen und hiermit auch die Wiederausschlagsfähigkeit durch dieselben. Eine Ausnahme hiervon machen die nordamerikanischen Kiefern, wie Pinus rigida, taeda, mitis, serotina, inops ꝛc., bei denen häufig, meist in der Mitte zwischen zwei Quirlen, eine Anzahl Büschelknospen

in der Entwickelung zurückbleiben, welche dann später Veranlassung zu dem hier nicht seltenen Stockausschlag geben.

Endlich entwickeln sich bei vielen Laubhölzern in den in Folge von Verletzungen enstandenen Ueberwallungen sowohl am Stamme, als an der Wurzel, und an letzterer selbst ohne solche Veranlassung, Adventivknospen (Gemma adventitia), die sich auch zu Trieben ausbilden, und zu Stockausschlag, Wurzelausschlag und Wurzelbrut Veranlassung geben. Bei Nadelhölzern entstehen nur sehr selten in der Ueberwallung Adventivknospen, welche sich zu Stämmen entwickeln (Weißtanne). Bei der Birke treten schon an einjährigen Pflanzen, reichlicher bei geringerem, als bei üppigem Wuchse, am Fuß des Stammes, oder unmittelbar unter demselben an der Wurzel Adventivknospen auf, welche man Wurzelstockknospen genannt hat; auch diese geben häufig durch Theilung, wie die Proventivknospen, den Anlaß zur Bildung von Maserknollen.

Bei vielen krautartigen Gewächsen haben gewisse Knospen die Eigenschaft, sich von selbst von der Mutterpflanze zu trennen und, in den Boden gebracht, zu selbstständigen Pflanzen heranzuwachsen; dies sind die schon oben erwähnten Axillarzwiebeln der Monokotyledonen, und die Zwiebelknospen oder Bulbillen der Dikotyledonen. Erstere finden sich nicht nur in den Achseln der Stengelblätter (Lilium bulbiferum), sondern auch an andern Stellen, z. B. statt der Blüthen (Allium), oder statt der Samen (Poa vivipara). Letztere erscheinen gewöhnlich in den Blattachseln (Dentaria bulbifera), doch bilden sich zuweilen auch die Blüthen in ähnliche Bildungen um (Polygonum viviparum). Bei Stratiotes aloides entstehen in den Blattachseln Knospen auf langen Stielen, welche sich später von der Mutterpflanze trennen, und so die Vermehrung derselben veranlassen.

Hier und da erscheinen auch Adventivknospen an Pflanzentheilen, welche sonst derselben entbehren, z. B. an den Rändern der Blätter (Malaxis paludosa), in den Buchten der Kerbzähne der Blätter (Bryophyllum calycinum) 2c.; bei den Gesnerien, Bugonien 2c. darf man nur eine der dicken Adern des Blattes einknicken, oder selbst das Blatt zerschneiden, um nach wenigen Tagen unter geeigneter Behandlung an der Bruchstelle ein neues junges Pflänzchen erzeugt zu sehen. Diese Fähigkeit wird von den Gärtnern ausgiebig benutzt, um neue Culturformen von Ziergewächsen zu vermehren.

Pflanzen, bei welchen die aus der Umwandlung einer ganzen Blüthe, oder eines Samens entstandenen Knospen sich zu entwickeln beginnen, während sie noch mit der Mutterpflanze verbunden sind, werden lebendiggebärend (Planta vivipara) genannt.

Die Gestalt der ruhenden Knospe ist bedingt durch die Zahl, Form, Faltung und Lagerung ihrer Blattanlagen. Die Stellung der Blätter um die Axe ist natürlich dieselbe, wie am entwickelten Zweige, aber die räumliche Orientirung in beschränktem Raume — denn die Blätter sind oft schon größer, als der Umfang und die Länge der Knospe — bedingt verschiedenartige, bisweilen später noch erkennbare Faltungen (Vernatio) und Lagerungsverhältnisse (Foliatio) der eingeschlossenen Blättchen. Die Faltung wird bewirkt durch einseitiges Vorwalten

des Wachsthums, z. B. der Rückenfläche über diejenige seiner Vorderfläche. Den Inbegriff dieser Erscheinungen nennt man die Knospenblattlage. Die Blätter sind entweder der Länge, oder der Quere nach zusammengebogen, oder unregelmäßig faltig-zusammengedrückt (Vernatio corrugativa). Bei der Länge nach zusammengebogenen Blättern unterscheidet man scharfe Falten von runden Biegungen, und zwar im ersten Falle: die zusammengeschlagene Knospenblattlage (V. duplicativa), wenn sich beide Blatthälften auf die obere Fläche einfach zusammenschlagen (Eiche, Linde [Fig. 211], Kirsche rc.); die zurückgeschlagene (V. replicativa), wenn sie sich mit ihrer Rückseite zusammenlegen; die gefaltete (V. plicativa), wenn sie vielfache Längsfalten bilden (Fagus, Alnus [Fig. 212], Carpinus). Sind die Kanten der Faltung abgerundet, so entsteht die aufgerollte Faltung (V. convolutiva), wenn die ganzen Blätter einfach aufgerollt sind, wobei meist jedes äußere Blatt alle inneren umfaßt (Prunus domestica, insititia und spinosa); die eingerollte (V. involutiva), wenn beide Ränder des Blattes zugleich vorwärts aufgerollt sind (Populus, Pyrus); die zurückgerollte (V. revolutiva), wenn die beiden Ränder rückwärts aufgerollt sind (Salix, Nerium). Bei der Quere nach zusammengebogenen Blättern unterscheidet man: die vorwärts eingebogene Knospenblattlage (V. inclinativa) (Blattstiel von Liriodendron), die rückwärts eingebogene V. reclinativa), und die zusammengerollte (V. circinata), wenn das Blatt von der Spitze bis zum Grunde vorwärts aufgerollt ist (Cycas, Farne).

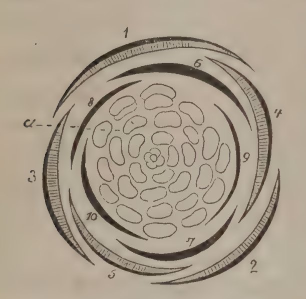


Fig. 223. Diagramm der Blüthenknospe von Rosa arvensis. 1—5 Kelchblätter; 6—10 Kronenblätter; a Staubgefäße (vgr.).

Bezüglich der Lagerung der Knospenblätter zu einander (Foliatio) unterscheidet man fünf Haupttypen. 1.) Es berühren sich nur die Ränder, ohne daß ein Uebergreifen stattfände; dies nennt man die klappige Knospenlage (Foliatio valvata). 2.) jedes äußere Blatt umfaßt alle inneren (F. amplexa); 3.) jedes Blatt wird an dem einen Rande umfaßt, mit dem anderen umfaßt es seinerseits das nächsthöhere (F. semiamplexa [Fig. 212]). 4.) von den fünf Kelch- und Blumenblättern der Rosenknospe (Fig. 223) liegen zwei ganz außen, zwei vollständig umfaßt, eins halbumfassend, halb umfaßt (F. quincunciales). Dem entsprechend trägt der Rosenkelch am 1. und 2. Blatt beiderseits, am 3. einerseits, am 4. und 5. keine Blattzipfel (Fig. 185 b). Endlich 5.) sind die Blätter eines Kreises so innig verwachsen, daß sie bei der Entwicklung am Grunde abreißen und als Mützchen abfallen (F. connata). So bei Eukalyptus und Moosen[1]).

Von den Blüthen.

Obgleich ursprünglich die Axen einer jeden Pflanze, Wurzel und Stengel unbegrenzt fortwachsen können, und die Blätter an letzterem in einer Schraube

[1]) Bezüglich noch anderweiter Vorkommnisse der Knospenblattlage s. Hofmeister, Allg. Morphologie der Gewächse, S. 52.

stehen, welche sich ihrer Natur nach gleichfalls unbegrenzt verlängern kann, so hören doch meist die oberirdischen Axen in irgend einem Punkte auf sich weiter zu strecken, die Blattschrauben ziehen sich zu Quirlen zusammen, und die Blätter selbst nehmen eigenthümliche Formen und veränderte Functionen an, indem sie zu Kelch-, Blumen-, Staub- und Fruchtblättern werden, welche keine Knospen in ihren Winkeln tragen, und von denen die letzteren sich gewöhnlich zusammenneigen und am Gipfel der Axe einschließen. Die Gesammtheit dieser metamorphosirten Axen- und Blattorgane, welche der geschlechtlichen Reproduction dienen, nennt man Blüthe (flos), und der Punkt, an welchem Axe und Blattschraube begrenzt erscheinen, liegt gewöhnlich in der Mitte einer Blüthe. Daß aber die Axe in ihrem Längenwachsthume durch die Blüthe nicht immer positiv begrenzt ist, geht daraus hervor, daß die Blüthenaxe bei Rosen, „Rosenkönig", Lärchen (Fig. 220; 224), Fichten und anderen Pflanzen bisweilen aus der Mitte der Blume wieder zu einem beblätterten Stengel „durchwächst".

Schließt schon die primäre Stammaxe, ohne Verzweigungen zu bilden, mit einer Blüthe ab, so endet damit das Leben der Pflanze überhaupt (einaxige Pflanzen). Solche Monokarpie zeigen, abgesehen von kleinen Kräutern (Mönchia erecta), manche Palmen (S. 156). In der Regel sind es jedoch Seitensprosse der ersten, zweiten oder auch weit höherer Ordnungen, welche zu Blüthen werden. Der Blühreife der Holzgewächse geht in der Regel eine vieljährige Generation vegetativer Sproßfolgen vorauf, und es wirken auf den Eintritt der „Pubertät" im Einzelfall Belichtung und Ernährung, also der Standort, wesentlich ein. Ausnahmsfälle einer vorzeitigen Floration, oft schon im ersten oder den ersten Lebensjahren, wie sie an Aesculus, Pinus, Quercus u. a. bisweilen beobachtet werden, sind entschieden krankhafte Erscheinungen. Im Allgemeinen tritt die Blühreife der Forstgewächse im freien Stande und bei dürftiger Ernährung frühzeitiger ein, als im Schluß und auf kräftigem Boden.

Der Blüthenstand (Inflorescentia). — Alle Blüthen eines Zweiges, nebst den Axen, auf welchen sie stehen, und den Deckblättern, aus deren Achseln sie entspringen, bilden zusammen den Blüthenstand. Die Hauptaxe des Blüthenstandes nennt man Spindel (Rachis), wenn sie an oberirdischen Stengeln entspringt; tritt sie aber unmittelbar aus der Basis der Pflanze

Fig. 224.
Zapfendurchwachs von Larix europaea.

oder einem unterirdischen Stengel (Rhizom, Zwiebel) hervor, und trägt nur Deckblätter und Blüthen, so wird sie Schaft (Scapus) genannt.

Die Verzweigungen der Blüthenspindel folgen im Allgemeinen denselben Typen, wie die der Stammaxe überhaupt. So giebt es monopodiale und dichotomische Blüthenstände und unter letzteren wiederum racemöse und cymöse (S. 221). Der von einer Blüthe geschlossene Sproß heißt das Blüthenstielchen (Pedicellus), während jene Axe, welche die Blüthenstielchen trägt, Blüthenstiel (Pedunculus) genannt wird. Fehlen die ersteren, oder sind sie vielmehr sehr verkürzt, so ist die Blüthe sitzend (Flos sessilis), und zwar entweder an der Spindel, wenn beiderlei Axen fehlen, oder auf dem Blüthenstiele, wenn nur die Blüthenstielchen fehlen.

Die Blüthenaxen können ebenso, wie die Stammaxe, mannigfache Veränderungen erleiden; so breiten sich z. B. bei Ruscus (Fig. 137; 138), Phyllanthus ꝛc. die Axen, aus denen unmittelbar die verkürzten Blüthenstiele mit ihren Blüthen entspringen, blattförmig aus; bei Anacardium werden die Blüthenstiele zu einem fleischigen Körper ꝛc. Zuweilen verwachsen auch abnormer Weise die Axen eines Blüthenstandes, wie überhaupt Zweige (S. 180), an der Basis, oder der ganzen Länge nach, zu bandförmigen Mißbildungen.



Fig. 225. Einblüthige Inflorescenz von Mespilus germanica.

Die monopodiale Inflorescenz ist entweder endständig (Inflorescentia terminalis), oder seitenständig (Infl. lateralis), je nachdem sie aus einer Endknospe, oder aus einer Blattachselknospe hervorgeht. Seitenständige Inflorescenzen werden bisweilen durch Verkümmerung der Terminalknospe scheinbar endständig; endständige, durch rasche Entwicklung einer unmittelbar unter ihnen befindlichen axillaren Laubknospe auf die Seite gedrängt, so daß letztere die Hauptaxe fortzusetzen scheint, und der Blüthenstand seitlich und zwar einem Tragblatte gegenüber erscheint (Infl. oppositifolia). Wenn die Hauptaxe eines seitlichen Blüthenstandes theilweise mit dem Stengel verwächst, so scheint dieselbe über dem Winkel ihres Tragblattes zu stehen, und es entsteht die Infl. extraaxillaris; verwächst sie theilweise mit der Mittelrippe ihres Trag- oder Deckblattes, so entsteht die Infl. petiolaris (Tilia [Fig. 158]).

Begrenzte Blüthenstände. — Bei einem begrenzten, cymösen oder centrifugalen Blüthenstande (Inflorescentia centrifuga) münden alle Haupt- und Seitenaxen des Blüthenstandes in Blüthen, bei deren Entwickelung die der primären Axe zuerst aufblüht, worauf die der secundären und tertiären Axen vom Mittelpunkte oder der Spitze des Blüthenstandes zur Peripherie oder Basis desselben fortschreitend folgen, und jede sich stärker verzweigt, als der oberhalb ihres Ansatzes befindliche Theil der zugehörigen Hauptaxe. In seiner einfachsten Form zeigt sich dieser Blüthenstand bei den terminalen Einzelblüthen (Caulis uniflorus) Mespilus

(Fig. 225), Cydonia. Verzweigt sich aber die Spindel unterhalb der Gipfelblüthe, so entsteht eine Trugdolde (Cyma); kommen dabei die secundären, tertiären 2c. Axen aus wechselständigen Deckblättern, so nennt man den Blüthenstand Trugdolde im engeren Sinne oder gehäufte Blüthen (Flores aggregati). Treten aber die Nebenaxen aus zwei gegenständigen oder mehreren quirlständigen Deckblättern hervor, so ist die Trugdolde dichotomisch, Cyma dichotoma, Dichasium (Nebenaxen von Crataegus), oder vielstrahlig, Cyma multiradiata, Trugdoldenrispe (Ascherson) (Sambucus nigra [Fig. 226], Viburnum [Fig. 227]). Werden bei einer Trugdolde, namentlich einer dichotomischen, die Blüthenaxen sehr verkürzt, so daß die Blüthen sehr gedrängt beisammen stehen, so wird der Blüthenstand Blüthen-



Fig. 226. A Vielstrahlige Trugdoldenrispe von Sambucus racemosa. B Einzelblüthe (nat. Gr.).

büschel (Fasciculus) genannt, wenn er endständig, und Blüthenknäuel (glomerulus), wenn er seitenständig ist (Lythrum salicaria).

Die Rispe (Fig. 151) ist eine reich zusammengesetzte pyramidale Inflorescenz, deren untere Nebenaxen zahlreichere und längere Verzweigungen tragen, als die oberen, die Spitze der Hauptaxe aber nicht erreichen. Ein Abart der Rispe ist die Spirre (Anthela), deren untere Axen sich so bedeutend entwickeln, daß sie die oberen übergipfeln[1]) (viele — nicht alle — Juncus- und Luzula-Arten).

Wenn unter der Gipfelblüthe regelmäßig nur ein Deckblatt, und daher auch nur eine Nebenaxe zur Entwickelung gelangt, welche wieder nur ein Deckblatt und eine Nebenaxe trägt, und sich dies Verhältniß öfter wiederholt, so stehen die Blüthenaxen scheinbar den Deckblättern gegenüber, eine wirkliche Spindel fehlt,

---

[1]) F. Buchenau, der Blüthenstand der Juncaceen (Jahrb. f. wiss. Botanik 4, 428). Vgl. A. W. Eichler, Blüthendiagramme. Leipzig 1875, I, 34 ff.

und das, was hier als Spindel erscheint, besteht aus vielen aus einander hervorgehenden Axen, indem der untere von dem Ursprunge bis zum Deckblatte reichende Theil einer jeden Axe ein Glied der Scheinspindel (Sympodium), der obere aber das Blüthenstielchen einer scheinbar seitenständigen, in der That aber endständigen Blüthe ist. Je nachdem die hierbei geförderten Axen alle gleichwendig (homodrom), oder gegenwendig (antidrom) sind, entstehen zwei verschiedene Blüthenstände: im ersten Falle nämlich eine immer nach derselben Seite hin fortgesetzte Abzweigung, eine Schraubel (Bostryx, Schimper), im zweiten Falle dagegen sind die Zweige abwechselnd hin- und hergewendet, Wickel (Cicinnus), wozu der



Fig. 227. a Vielstrahlige Trugdolde von Viburnum opulus mit unfruchtbaren Randblüthen und fruchtbaren Blüthen; b Blattstieldrüsen; c unfruchtbare; d Zwitterblüthe; e Fruchtstand.

unter dem Namen Cyma scorpioides bekannte Blüthenstand gehört (Drosera, [Fig. 106]).

Unbegrenzte Blüthenstände. — Bei den unbegrenzten (racemösen, centripetalen) Blüthenstanden (Inflorescentia centripeta) werden nur Nebenaxen von Blüthen begrenzt, während die Hauptaxe sich unbegrenzt und stärker, als die Auszweigungen, fortentwickelt und nicht selten wieder in einen Laubzweig übergeht; die Entwickelung der Blüthen beginnt in diesem Falle stets an der Basis oder Peripherie, und schreitet gegen die Spitze als Centrum hin fort.

In der einfachsten Form eines solchen Blüthenstandes stehen einblüthige Axen in den Winkeln unveränderter Laubblätter; achselständige Blüthen, Flos solitarius (Vinca minor). Stehen hierbei die Blätter im Quirl, so entsteht



Fig. 228. Männliche und weibliche Kätzchen von Alnus viridis (nat. Gr.).

der Blüthenwirtel (Verticillus), z. B. Hippuris vulgaris 2c. Außerdem gehören hierher: die Aehre (Spica), bei welcher die blüthentragenden secundären Axen so verkürzt sind, daß die Blüthen an der langgestreckten, dünnen Spindel sitzen (Aerchen der Gräser). Nicht selten geht hierbei die Hauptaxe an der Spitze wieder in einen beblätterten Zweig über (Ananas, Zapfen der Lärche 2c. [Fig. 220; 224]). Gliedert sich eine Aehre nach dem Verblühen, oder zur Zeit der Fruchtreife gelenkartig vom Stengel ab, so heißt sie Kätzchen, Amentum (Fig. 228; 229). Das Kätzchen von Betula und Alnus ist ein aus einer Aehre und einem Dichasium combinirter Blüthenstand, ein Aehren-Dichasium (Eichler). Der Zapfen, Conus, ist ein Kätzchen, an welchem sowohl die stark verdickte



Fig. 229. a Blüthenstand von Quercus cerris. α ♂ Kätzchen; β ♀ Blüthe; b Blatt; c ♂ Einzelblüthe vgr.

Spindel (Rachis), als auch die Blüthensprosse, selbst zweiblüthige Fruchtschuppen, gestützt von einer Deckschuppe, verholzen. An den Laubholzzapfen (Fig. 230) trägt die Deckschuppe in ihrer Achsel einen Blüthensproß. An dem Zapfen der Abietineen stellt die Fruchtschuppe gleichfalls ein in der Achsel der Deckschuppe entstandenes Sprößchen dar, welches jedoch rudimentär bleibt und keine Blätter, sondern nur zwei an ihrer Rückseite mit einander verwachsende Vorblätter ausbildet. Jedes derselben erzeugt auf der nach oben gedrehten Unterseite eine nackte Samenknospe[1]), welche zum geflügelten Samen auswächst (Fig. 231).

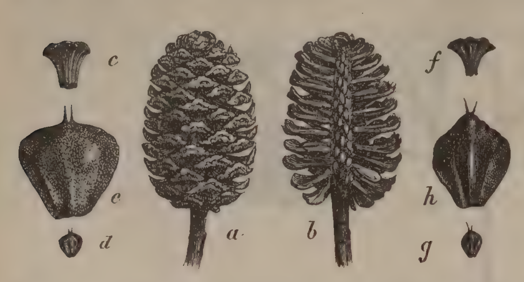


Fig. 230. Weiß- oder Grauerle. Alnus incana. ♄ — a und b reife Zapfen (b Durchschnitt); c Deckschuppe; d Frucht in nat. Gr.; e dieselbe vergr.; f—h Frucht und Deckschuppe der Schwarzerle, Alnus glutinosa L.

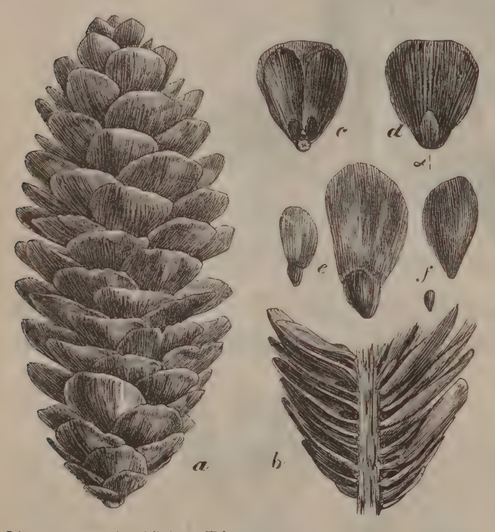


Fig. 231. Weißfichte, Picea alba. — a und b Zapfen in nat. Gr.; c Fruchtschuppe von der Unterseite; d dieselbe von der Oberseite, α Deckschuppe; e geflügelte, f ungeflügelte Frucht.

Der Kolben, Spadix, ist eine Aehre mit fleischiger, oft über den Blüthenstand verlängerter und keulenförmig verdickter Axe, welche von einem großen gemeinschaftlichen Deckblatte (Spatha) eingehüllt wird (Calla, Arum, Philodendron, manche Palmen). Tragen erst die tertiären Axen die Blüthen, so entsteht unter sonst gleichen Verhältnissen die zusammengesetzte Aehre, Spica composita (Gräser). Der Strauß, Thyrsus, ist eine zusammengesetzte Aehre, bei welcher aber die secundären Axen sich zu kleinen begrenzten Blüthenständen meist Trugdolden oder Knäueln, entwickeln; und wo dieselben in den Winkeln gegenüberstehender Blätter oder Deckblätter stehen, bilden je zwei solcher Blüthenstände scheinbar einen Quirl, so daß längs der unbegrenzten Hauptaxe eine Anzahl Blüthenquirle über einander zu stehen scheinen (Labiaten, Lythrarieen 2c.).

---

[1]) Auch Ed. Straßburger ist von der auf einer scharfsinnigen, aber irrigen Deutung der Entwicklungsvorgänge begründeten Auffassung der Samenknospe der Abietineen als einer Blüthe, mithin des Samen derselben als einer Frucht, seinerseits zurückgekommen.

Nicht selten aber entwickeln sich in diesem Falle auch erst die tertiären Axen zu begrenzten Blüthenständen (Mentha-Arten) ꝛc.

Bei der Traube, Racemus, sind die secundären blüthentragenden Axen verlängert und ziemlich gleich lang, Cytisus (Fig. 232), Ribes (Fig. 233). Sind erst die tertiären und folgenden Axen von Blüthen begrenzt, so daß die secundären oder tertiären Axen wieder Trauben bilden, so ist die Traube zusammengesetzt (Syringa [Fig. 234]). Nicht selten bilden bei zusammengesetzten Trauben die Blüthen an der Spitze der secundären oder tertiären Axen Aehren (Avena), oder kleine Trugdolden (Ligustrum [Fig. 235]), in welchem letzteren Falle der Blüthenstand wohl auch Strauß genannt wird. Zuweilen stehen bei einer zusammengesetzten Traube alle tertiären Axen in einer Richtung von den secundären ab, z. B. bei Aesculus nach innen, so daß, da auch hier die unterste Blüthe zuerst zur Entwicklung gelangt, anfangs die secundären Axen rückwärts gebogen erscheinen. Sind die unteren Verzweigungen der Traube länger, als die oberen, und kommen daher alle Büthen nahezu in einer Ebene zu liegen, so wird der Blüthenstand Doldentraube, Corymbus, genannt (Acer campestre). Die Dolde, Umbella, ist als eine Traube zu betrachten, bei welcher die Hauptaxe so verkürzt ist, daß alle secundären Axen von der Spitze derselben zu entspringen scheinen (Hedera Helix [Fig. 236], Cornus mas [Fig. 237]). Wiederholt sich dieselbe Bildung an den secundären Axen, so daß erst die tertiären Axen die Blüthen tragen, so ist die Dolde zusammengesetzt und die tertiären Axen bilden dann zusammen die Döldchen, Umbellula. Die Deckblätter, welche die Basis der Dolde umgeben, werden Hülle, Involucrum, und die, welche die Basis der Döldchen umgeben, Hüllchen, Involucellum, genannt.



Fig. 232. Blüthentraube von Ribes rubrum. a unterständiger Fruchtknoten; b Knospenschuppe (nat. Gr.); c Längsschnitt durch die Blüthe (vgr.).



Fig. 233. Blüthentraube von Laburnum vulgare (Kelch einblättrig, zweilippig; die stärkere Lippe auf der Unterseite).

Das Blüthenköpfchen, Capitulum, ist ein unbegrenzter Blüthenstand, bei welchem die Blüthen sitzen und kopfförmig zusammengedrängt sind (Fagus, männ=



Fig. 234. a Blüthenstand, b Fruchtstand (zusammengesetzte Traube) von Syringa vulgaris; c aufgesprungene Frucht halbirt mit Scheidewand; d Same.



Fig. 235. a Blüthenstrauß von Ligustrum vulgare ($^1/_2$ nat. Gr.); b Blüthe (vgr.); c Frucht (nat. Gr.); d Längsschnitt durch die Frucht (vgr.).



Fig. 236. Hedera Helix. Blüthendolde ($^1/_2$ nat. Gr.) mit 3 einfachen Blättern am diesjährigen und zwei 3—5lappigen am vorjährigen Triebe. a Einzelblüthe; b Fruchtstand mit oberständigem Perigon (vgr.).

liche Inflorescenz [Fig. 238]). Man kann es als eine Traube, Dolde oder Aehre mit sehr verkürzten Axen ansehen. Bei zusammengesetzten Dolden nimmt es zuweilen die Stelle der Döldchen ein. Uebrigens ist seine Form verschieden. Nicht wesentlich davon verschieden ist der sogenannte Blüthenkorb, Calathis, bei welchem sich der Theil der Axe, auf welchem die Blüthen stehen, gewöhnlich

scheibenförmig ausgebreitet hat, und oft fleischig geworden ist; er wird der **gemeinschaftliche Blüthenboden**, receptaculum, genannt, sowie die einzelnen Blüthen **Blümchen**, Flosculi (Dipsaceae, Compositae). Die Deckblätter, welche die Basis



Fig. 237. Cornus mascula. a Doldige Inflorescenz (nat. Gr.); b Einzelblüthe (vgr.)



Fig. 238. a Blüthenstand von Fagus sylvatica. α ♀ Blüthe; β ♂ Blüthenköpfchen; b ♂ Einzelblüthe vgr.

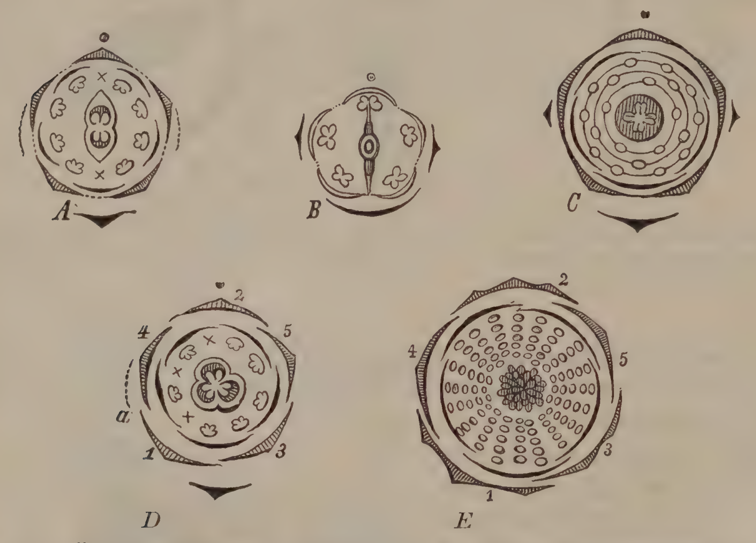
des Köpfchens oder Blüthenkorbes umgeben und oft dachziegelartig über einander liegen, bilden den **Hüllkelch**, Anthodium. Ueberdies befindet sich an der Basis eines jeden Blümchens häufig noch ein Deckblatt. Erscheint dasselbe, wie dies nicht selten der Fall ist, häutig und trocken, so wird es **Spreublättchen**, Palea, genannt. Zuweilen ist auch jedes Blümchen an der Basis von einem besonderen **Hüllchen**, Involucellum, einer Verlängerung des Blüthenbodens, umgeben. Diese Blüthenkörbe treten sehr häufig wieder zu unbegrenzten oder begrenzten Blüthenständen, namentlich Trugdolden, zusammen. Verwandt ist der Blüthenstand der **Feige**, deren Blüthenboden sich, indem die Vegetationsspitze zu wachsen aufhört, zu einer von einem Blattkranz (Fig. 239) geschlossenen Höhlung emporwölbt, in deren oberem Theile die männlichen, in dem unteren die weiblichen Blüthen sitzen.



Fig. 239. Ficus carica. a Längsschnitt durch den Fruchtstand (nat. Gr.); α am Rande des Fruchtbodens stehende Blattorgane; die oberen Blüthen ♂, die unteren ♀; b weibliche, c männliche Einzelblüthe (mit 5 Kelchblättchen und 5 Staubgefäßen ($3^1/_2$ fach vgr.)

Die Einzelblüthe.

Jede einzelne Blüthe (Flos) ist ein der geschlechtlichen Fortpflanzung dienender Sproß. Sie bildet immer den Gipfel einer Axe. Das Wesentliche der Blüthe sind der Staubbeutel und die Samenknospe. Doch finden sich diese Organe selten nackt; in der Regel sind noch anderweite Gebilde, als Blüthendecke oder zu anderem Behelfe, am Aufbau des Fortpflanzungsapparates betheiligt. Alle Blüthenorgane sind entweder modificirte Blattorgane oder Axengebilde, welche vor ihrer Entwicklung auch eine Knospe (Alabastrum) bilden, oder es sind außerdem auch Axen- und Blatt-Auswüchse (Emergenzen) und Haargebilde (Trichome) an der Bildung der Blüthen betheiligt. Zu den



Fig, 240. Blüthendiagramme (nach Eichler): A von Acer pseudoplatanus; B von Ulmus campestris; C Pyrus communis; D Aesculus hippocastanum; E Rosa tomentosa. In den Fig. 240 A—E bedeutet die kleine Kreisfläche die Lage der Axe; ihr gegenüber das Deckblatt; seitlich die Vorblätter; es folgen nach Innen die (gestrichelten) Kelchblätter, die (schwarz gehaltenen) Kronenblätter, die Staubgefäße und Fruchtknoten. Bei A und D deuten Kreuzstriche verkümmerte Staubgefäße an.

Trichomen gehört die Federkrone (der Pappus) der Compositen, der Haarschopf am Perigon von Eriophorum; zu den Blatt-Emergenzen die Nebenkrone von Narcissus und Silene, die Stacheln an der Frucht von Aesculus hippocastanum (Fig. 99), Datura stramonium. Die Schuppen an der Cupula der Cupuliferen 2c., welche von Hofmeister als „eingeschaltete Blätter", entstanden aus secundären Vegetationspunkten, aufgefaßt werden, rechnen Andere (Warming) zu den Blatt-Emergenzen. Axen-Emergenzen sind manche ringförmige, Honig absondernde (Discus-) Bildungen an Blüthen.

Die Blattorgane der Blüthe bilden entweder Quirle oder Schrauben.

Erstere Blüthen nennt man cyclische, letztere acyclische Blüthen. Die Blätter der einzelnen Quirle verwachsen häufig unter einander, und ihre Gestalt entfernt sich in der Regel um so mehr von der der Laub- und Deckblätter, je weiter sie in der Blüthe nach innen stehen. Die verschiedenen Blattquirle, welche meist schon in ihrer äußeren Erscheinung von einander abweichen, haben auch specifische Functionen. Die Zahl der Quirle und der sie constituirenden Elemente, sowie die Anordnung der letzteren pflegt man durch Zahlen (Blüthenformeln) oder auch anschaulich darzustellen durch den Grundriß oder das Diagramm, d. i. die Projection der Blüthe auf eine zu deren Längsaxe senkrechte Ebene, wobei alle Haupttheile durch bestimmte Figuren charakterisirt und in ihrer Lage veranschaulicht werden (Fig. 240).[1])

Man unterscheidet folgende Hauptformen von Blüthenquirlen: den Außenkelch (Epicalyx), den Kelch (Calyx), die Blumenkrone (Corolla), die Staubblätter (Stamina) und die Fruchtblätter (Carpella), welche durch Verwachsung mit Axenorganen den oder die Stempel (Pistilla) bilden; letztere umschließen mit ihrem unteren Theile, dem Fruchtknoten (Germen, Ovarium), die Samenknospen oder Eichen (Gemmula, Ovulum). Außenkelch, Kelch und Blumenkrone bilden nur Blüthendecken zum Schutze der Fortpflanzungsorgane vor äußeren Einflüssen, zur Anlockung von Insecten durch ihre Farbe, durch Excretion von Duft- oder Geschmackstoffen ꝛc. Sie können fehlen, ohne daß der Begriff der Blüthe aufgehoben wird. Sehr oft findet sich statt derselben auch nur eine einzige Blüthenhülle (Perianthium s. Perigonium [Fig. 241; 238]), welche entweder nur aus einem, bald mehr



Fig. 241. Ornus europaea. a Blüthenstand; b Einzelblüthe (Perigonblüthe) vgr.

---

[1]) Blüthendiagramme, construirt und erläutert von A. W. Eichler. Leipzig I. Th. 1875. II. Th. 1878.

dem Kelche, bald mehr der Blumenkrone ähnlichen Blattquirle, oder auch aus zwei Quirlen besteht, die jedoch einander so ähnlich sind, daß sie nicht als Kelch und Blumenkrone anzusprechen sind; in letzterem Falle unterscheidet man gewöhnlich die äußere und innere Blüthenhülle (Perianthium externum et internum). Blüthen, bei welchen man Kelch und Blumenkrone bestimmt unterscheiden kann werden vollkommen (Flos completus), solche, bei denen die Blüthenhülle einfach ist, oder ganz fehlt, wie bei der Esche[1]) (Fig. 242) ꝛc., unvollkommen (Fl. incompletus) genannt. Nur die Staubblätter, als die Erzeuger und Träger des Pollens, und die von den Pistillen umschlossenen Samenknospen, als Orte für die Ausbildung des Embryo werden als Fortpflanzungsorgane (Organa fructificationis) bezeichnet; und zwar erstere als männliche, letztere als weibliche. Dementsprechend sind die Blüthendecken unwesentliche, letztere aber wesentliche Blüthenorgane.



Fig. 242. a Blüthenstand von Fraxinus excelsior (nat. Gr.); b und c Einzelblüthen in verschiedener Lage (vgr.).



Fig. 243. Blüthenzweig von Picea alba mit zwei männlichen und einem weiblichen Kätzchen.

Alle Organe der Blüthe können bisweilen fehlschlagen (abortiren); und zwar ist dieses Fehlschlagen bald normal, bald anormal, je nachdem die Ursache davon in der ursprünglichen Anlage, oder in einem krankhaften, durch äußere Umstände hervorgerufenen Zustande liegt. Im Allgemeinen abortiren die Organe der Blüthe um so häufiger, je weiter sie vom Umfange entfernt sind; der Kelch fast nie.

Eine Blüthe, in welcher männliche und weibliche Befruchtungsorgane gleichmäßig ausgebildet sind, wird Zwitterblüthe (Flos hermaphroditus, ☿) (Fig. 157; 241) genannt; abortiren aber normal entweder die Staubblätter oder die Pistille, so entstehen eingeschlechtige Blüthen (Flos unisexualis s. diclinus), und zwar in ersterem Falle weibliche (Flos femineus, ♀), im zweiten männliche (Flos masculus, ♂). Blüthen, in denen beide Geschlechtsorgane fehlen, heißen

[1]) Hier nur durch Verkümmerung; die nächsten Verwandten der Esche besitzen Kelch und Krone.

taub (Strahlenblüthen des Schneeballs, Viburnum Opulus [Fig. 226]). Kommen männliche und weibliche Blüthen auf einem Individuum vor, so wird die Pflanze einhäusig (Planta monoica [Fig. 238; 243]), sind sie aber auf verschiedenen Individuen vertheilt, zweihäusig (Pl. dioica [Fig. 244; 245]) genannt. Man muß hier jedoch unterscheiden, ob männliche und weibliche Blüthen nach einem verschiedenen Plane gebaut sind: die echte Diclinie (Eiche, Buche, Nadelhölzer, Weide), oder nur durch Verkümmerung eines oder des anderen Theiles in einer hermaphroditisch angelegten Blüthe eine unechte Diclinie entsteht (Ahorn, Esche). Da letzteres Verhältniß nie durchgreifend ist, so finden sich dann neben männlichen und weiblichen Blüthen immer auch Zwitterblüthen, wodurch Linné zur Aufstellung seiner 23., jetzt aufgegebenen, Classe veranlaßt wurde; Pflanzen, bei welchen dies Verhältniß stattfindet, werden polygamisch (Planta polygama) genannt. Inzwischen finden sich auch bei in der Regel zweihäusig blühenden Gewächsen Individuen mit monöcischer Blüthenanordnung. So scheinen unter den Weiden namentlich Salix purpurea und S. caprea geneigt, neben rein männlichen auch „androgynische“ Kätzchen zu erzeugen, welche männliche und weibliche Blüthen tragen (Fig. 246). Die Weiden bieten überhaupt die lehrreiche Metamorphose von Staubgefäßen in Fruchtknoten in allen Uebergangsstadien dar.



Fig. 244. Salix viminalis: a ♂ Blüthenstand (nat. Gr.); c Einzelblüthe von der Seite gesehen: α Deckschuppe; β Nectarium (das verkümmerte Perigon); d desgl. von der Bauchseite (vgr.).



Fig. 245. Salix fragilis: a ♀ Blüthenzweig (nat. Gr.); b Fruchtknoten von der Bauchseite; c dessen Seitenansicht mit Deckschuppe und Honigdrüse.

Gleichwie einzelne Theile der Blüthen in besonderen Fällen unentwickelt ver=

blieben oder verwachsen, so können sie sich auch unter günstigen Umständen vervielfältigen, was namentlich bei Blumenblättern stattfindet, oder sie können sich auch alle oder doch theilweise in einander umwandeln. Auf beiderlei Weise entstehen gefüllte Blumen. Durch Umwandlung des Kelches in eine Blumenkrone entsteht bei Primula elatior die doppelte, durch Metamorphose der Staubblätter und selbst der Fruchtblätter in Blumenblätter bei Rosen, Kirschen ꝛc. die gefüllte Blüthe.



Fig. 246. Salix purpurea mit androgynischen Kätzchen (nat. Gr.)

Es giebt sehr wenige Blüthen von so einfachem Bau, daß sie nur aus einem einzigen einfachen wesentlichen Theile bestehen, und daher das Ende des Blüthenstieles unmittelbar den vorhandenen Blüthentheil trägt, ohne daß ein Axenorgan an der Bildung der Blüthe Antheil nimmt, z. B. die männliche Blüthe der Euphorbien, wo das Ende eines Blüthenstieles ein einziges Staubblatt trägt; die weibliche Blüthe von Taxus (Fig. 247), wo der kleine mit Deckblättchen besetzte Blüthenstiel unmittelbar als Reproductionsapparat (nackte Samenknospe) endet. Bei den Abietineen stellt das ♂ Kätzchen eine von einem Deckblatt gestützte Blüthe dar mit zahlreichen Staubgefäßen (Fig. 248; 249). Gewöhnlich dagegen sind in einer Blüthe mehrere Theile vereinigt, die nicht auf ganz gleicher Höhe an der Axe stehen, so daß an der Blüthenbildung auch Stengelglieder Theil nehmen müssen; letztere sind aber in der Regel sehr verkürzt, weshalb der Blüthenstiel, nach Abtrennung aller Blüthentheile, nur in einen kleinen, unbedeutend verdickten Knoten, den Blüthenboden (Torus), endet. Nur selten strecken sich einzelne Stengelglieder der Blüthe in die Länge, z. B. das zwischen den Staubblättern und dem nächst vorhergehenden Blattkreise (Passiflora), oder das zwischen diesem und dem Fruchtknoten (weibliche Blüthe von Euphorbia); ersteres wird Staubblattträger (Androphorum), letzteres Stempelträger (Gynophorum) genannt. Oft findet sich ein verlängerter Stempelträger, ohne daß eine Streckung der Axe zwischen Staubblättern und Fruchtknoten stattfindet, bei Blüthen mit

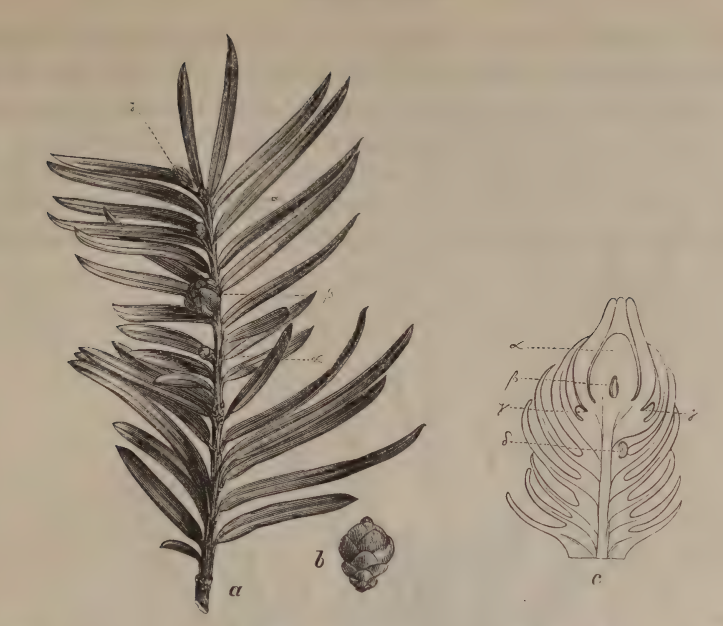


Fig. 247. Taxus baccata. a weibl. Blüthenstand (vgr.): α Blüthe; β Galle; γ Endknospe; b ♀ Blüthe (vgr.); c Längsschnitt durch die bestäubte Blüthe: α Knospenkern; β Embryosack; γ Discus-Anlage; δ Rudiment des primären Achselsprosses (der secundäre Achselsproß ist zur Blüthe umgebildet).

sehr vielen Fruchtknoten (Rosaceen [Fig. 250], Magnolien ꝛc.); öfter stellt der Stempelträger einen halbkugeligen oder kissenförmigen Körper dar (Rubus [Fig. 250 B b). Noch häufiger aber bilden die Stengelglieder in der Blüthe eine Scheibe oder nehmen die Form eines hohlen Bechers an. Bilden sämmtliche Stengelglieder der Blüthe einen hohlen, selbst bis zu einer cylindrischen Röhre ausgezogenen Körper, der nur Samenknospen umschließt, und auf seinem oberen Rande alle Blüthentheile trägt, so ist dies der *echte unterständige Fruchtknoten* (Ribes [Fig. 232]; Lonicera [Fig. 160]; Symphoricarpus [Fig. 251]). Jede andere derartige Ausbreitung der Stengelglieder der Blüthe, die nicht unmittelbar Samenknospen trägt, wird *Scheibe* (Discus) genannt. Diese kann unterhalb der Fruchtanlage



Fig. 248. Abies pectinata. A Zweig-Unterseite mit ♂ Blüthen; a die Reste derselben vom Vorjahre; B ein ♂ Kätzchen (vgr.); a Knospenschuppen; C Staubgefäß; D ♀ Blüthenzapfen Ende Mai (1/2 nat. Gr.).

stehen, unterständige Scheibe (Discus hypogynus) und bald flach (Fragaria), bald becherförmig (Rosa [Fig. 185], Populus [mas]) sein. Im letzteren Falle kann sie wieder frei (Rosa), oder mit den auf ihrer inneren Fläche stehenden Fruchtknoten verwachsen sein (die Apfelfrucht: Pyrus, Mespilus [Fig. 252] rc.). Oder sie kann von der Mitte des Fruchtknotens abgehen, umständige Scheibe (Discus perigynus), wie bei vielen Myrtaceen, oder sich endlich oberhalb des unterständigen Fruchtknotens erheben, oberständige Scheibe (Discus epigynus). Die Blattorgane stehen in der Regel auf dem Rande der Scheibe, und nur die Fruchtknoten öfter auf der inneren oder oberen Fläche derselben.

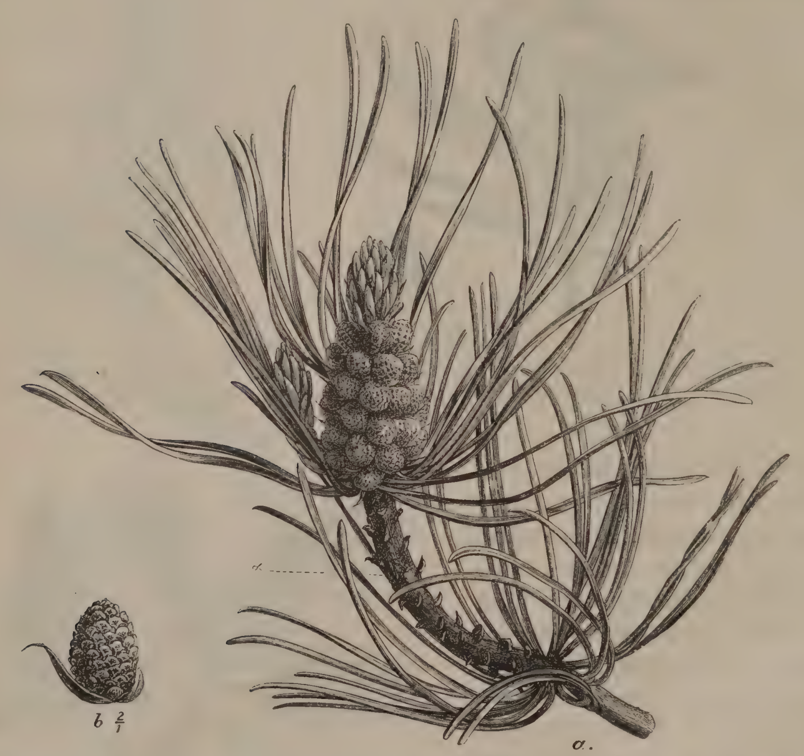


Fig. 249. Pinus Pumilio: a ♂ Blüthenzweig (nat. Gr.) mit diesjährigen und (α) Spuren der vorjährigen Infloreseenz; b Einzelblüthe (vgr.).

Bei den Monokotyledonen besteht der Blüthenquirl in der Regel aus drei, bei den Dikotyledonen gewöhnlich aus zwei, fünf oder acht (vorherrschend fünf) Gliedern; Kelch- und Fruchtblätter bilden meist nur je einen Cyclus, Blumen- und Staubblätter oft mehrere gleiche, in einander liegende Cyclen; auch ist die Gliederzahl der verschiedenartigen Cyclen nicht immer gleich. Hinsichtlich der gegenseitigen Stellung der einzelnen Glieder eines Cyclus, sowie der verschiedenen Cyclen, gelten dieselben Gesetze, wie bei den Laubblättern, und zwar erfolgt auch, wenn

mehrere gleichgliederige Cyclen auf einander folgen, der Uebergang von dem einen zum anderen meist mit einer Prosenthese, weshalb die Cyclentheile benachbarter Cyclen in der Regel mit einander abwechseln. Wo letzteres nicht der Fall ist, muß man annehmen, daß ein Zwischencyclus fehlgeschlagen sei, wofür dessen öfteres Auftreten bei Abnormitäten, sowie auch häufig vorhandene Spuren desselben in Form von Schuppen oder Fäden sprechen. Bisweilen ist auch das Gegenüberstehen nur scheinbar, indem von je einem Blattorgane, z. B. Blumen- oder Staubblättern, zwei mit einander wechselnde Cyclen vorhanden sind (Berberis).

Der Außenkelch. — Der Außenkelch (Epicalyx) bildet, wenn sich an den Blüthendecken drei verschiedenartige Wirtel von Blattorganen unterscheiden lassen,



Fig. 250. Rubus idaeus (wehrlose Form). A Blüthenstand; B Einzelblüthe (vgr.), bei a abgeschnittene Staubblätter; b die Fruchtknoten.

den äußersten Wirtel. Er kommt selten vor, und seine Blätter (Phylla) sind bald frei (Passiflora), bald verwachsen, selten zart und blumenblattartig, zuweilen trocken und häutig, meist grün und blattartig (Potentilla, Malven).

Der Kelch. — Der Kelch (Calyx) besteht aus den Kelchblättern (Sepalum) und bildet, wo kein Außenkelch vorhanden ist, die äußerste Hülle der Blüthe. Bei den Dikotyledonen wird der Kelch in der Regel aus 5, seltener aus 2, 3, 4 oder 6 Blättern gebildet, die zumeist nur einen Cyclus, selten deren zwei darstellen. Bei den Monokotyledonen ist der Kelch vorwiegend dreiblätterig. Die Sepala sind bei

sehr vielen Pflanzen flach, blattartig, grün, haben Spaltöffnungen und dieselbe physiologische Verrichtung, wie die Laubblätter; auch nehmen sie bisweilen die Form echter Laubblätter an (Rose); seltener sind sie zart gebaut und gefärbt, ähnlich der Blumenkrone. Ihre Formen sind im Allgemeinen einfach; häufig laufen sie aus breiter Basis spitz zu, zuweilen sind sie sehr klein, oder nur als trockene Schüppchen, als Haarbüschel vorhanden. Die sogenannte Haarkrone (Pappus) auf den Früchten der Compositen besteht aus Anhangs-Organen des fehlgeschlagenen Kelches. Sie sind hinfällig (Sep. caduca), wenn sie abfallen, sobald sie ihre volle Ausbildung erreicht haben (Mohn); abfallend (S. decidua), wenn sie länger dauern und sich abgliedern; vertrocknend (S. marcescentia), wenn sie an ihrer Stelle absterben und allmählig zerstört werden; dauernd (S. persistentia), wenn sie längere Zeit fortvegetiren;



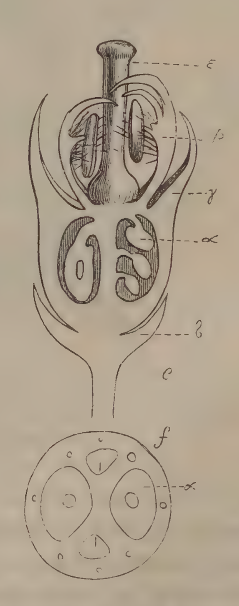


Fig. 251. Symphoricarpus racemosus. a Blüthenzweig (1/3 nat. Gr.), zugleich Demonstration der wechselnden Blattformen; b Blüthe von Innen; c unreife, d reife Frucht; e Längsschnitt durch die Blüthenknospe (vgr.): α Samenknospe (im linken Fach eine — zwei verkümmert —, im rechten drei); β Staubgefäß mit stark behaarter Basis (Corollenschlund durch Haare verschlossen); γ Perigon durchschnitten; δ Deckblättchen: ε Staubweg. — f Querschnitt durch den Fruchtknoten (4 Fächer [α], deren 2 rudimentär bleiben).

endlich auswachsend (S. excrescentia), wenn sie noch durch Wachsen ihre Form verändern (Judenkirsche). Häufig verwachsen die Kelchblätter unter einander: der Kelch wird einblätterig oder verwachsenblätterig, Calyx gamosepalus. Reicht die Verwachsung bis zu den Spitzen der Blätter, so ist der Kelch ganz, C. integer (Vaccinium myrtillus). Gewöhnlich aber findet die Verwachsung von der Basis an nur bis zu einer gewissen Höhe statt, in welchem Falle der verwachsene Theil der Kelchblätter die Röhre (Tubus), und die freien Theile Lappen (Lobi) oder Zähne (Dentes) genannt werden. Verwachsen die Kelchblätter an ihren oberen Theilen und sind unten frei, so löst sich der Kelch bei der Entwicklung der inneren Blüthentheile in Form eines Deckels (Kalyptra) ab; sind die Kelchblätter nur an den Seiten getrennt, oben und unten aber verwachsen, so gestatten sie nur an der Seite der Blumenkrone den Durchgang (Scutellaria galericulata). Nicht selten ist die Verwachsung ungleich, d. h. sie reicht zwischen bestimmten Lappen höher hinauf, als zwischen anderen; dann ist der Kelch lippenförmig: Calyx labiatus (Lycium [Fig. 253d]). Bei den Akanthaceen sind die Kelchlappen zu Dornen erhärtet. Die Kelchblätter verwachsen aber weder mit der Blumenkrone, noch mit den Staubblättern, und nie mit dem Fruchtknoten; was man so nennt, ist ein unterständiger Fruchtknoten. Umgiebt der Kelch die Basis der Blüthe in der Art, daß der oder die Fruchtknoten frei in der Mitte der Blüthe stehen so ist er unterständig (C. inferus s. hypogynus [Fig. 233; 253]); ist er am Rande der Scheibe befestigt, so ist er umständig (C. perigynus), und steht er auf dem oberen Rande des unterständigen Fruchtknotens, so ist er oberständig (C. superus s. epigynus [Fig. 159; 232; 251]).



Fig. 252. Mespilus germanica: a das reife Pomum; b dasselbe im Querschnitt, bei α ein Fruchtfach verkümmert; c der Stein; d derselbe durchschnitten, α Embryo.



Fig. 253. Lycium barbarum: a Blüthenstand (1/2 nat. Gr.); b Blüthe (nat. Gr.); c Frucht; d lippenförmiger, e fünfzähniger Kelch.

Die Blumenkrone. — Die Blumenkrone (Corolla), deren einzelne Theile

Kronenblätter (Petala) genannt werden, befindet sich stets innerhalb des Kelches, ist von zartem Baue, hat wenige Spaltöffnungen und enthält an Gefäßen nur Schraubengefäße; sie prangt in den verschiedensten und glänzensten Farben, mit Ausnahme von Grün,[1]) und haucht oft mehr oder minder starke Gerüche aus. Die Gestalten der einzelnen Blumenblätter sind sehr verschieden, namentlich kommen häufig hohle Formen (kapuzenförmige, kahnförmige, gespornte Blumenblätter) vor; sie bilden in der Regel einen, seltener zwei (Berberis) oder mehrere Cyclen (Nymphaea), deren jeder am häufigsten aus 5, seltener aus 2, 3, 4 oder 8 Gliedern besteht. Nicht immer aber sind die Unterschiede zwischen Kelch- und Blumenblättern und selbst Staubblättern vollkommen deutlich ausgesprochen, es finden sich Zwischenformen, so daß es namentlich bei acyclischen Blüthen (mit spiraliger Anordnung der Blüthentheile) schwer wird zu bestimmen, mit welchem Blatte der Kelch endet und die Blumenkrone beginnt (Nymphaea, mehrere Ranunculaceen ꝛc.). Oft wird die Diagnose noch dadurch erschwert, daß Kelch- oder Blumenblätter zufällig verkümmern, in welchem Falle man nur durch Analogie die besondere Natur des fraglichen Organes erschließen kann.



Fig. 254. Evonymus verrucosus. Blüthenzweig mit radförmiger Corolle (nat. Gr.).

Sind die einzelnen Blumenblätter frei, so ist die Blumenkrone vielblätterig (C. polypetala s. dialypetala [Fig. 157; 158]); sind sie dagegen ganz oder theilweise verwachsen, so ist sie ein- oder verwachsenblätterig (C. monopetala s. gamopetala [Fig. 255]). Ist die Verwachsung vollständig, so bildet sie eine ungetheilte Röhre, reicht aber die Verwachsung nicht bis zur Spitze der Blätter, so stellt sie eine mehr oder minder tiefgespaltene, oder auch nur an der Spitze gezähnte Röhre dar (Fig. 234; 259). Zuweilen sind die Kronenblätter auch nur an der Spitze verwachsen und bilden ein Mützchen (z. B. Vitis), oder an der Basis und Spitze, aber in der Mitte getrennt (Phyteuma). Sind die Petala an der Basis verschmälert, nach oben zu ausgebreitet, so wird der untere schmale Theil Nagel (Unguis), der obere erweiterte die Fläche (Lamina) genannt. An den verwachsenblätterigen, nach unten röhrenförmig verengten Blumenkronen, sowie an denjenigen, deren Nägel gerade und einander genähert sind, ohne verwachsen zu sein, unterscheidet man die Röhre (Tubus) und die Lappen oder den Saum (Limbus), und nennt die Grenze, wo sich beide berühren, den Schlund (Faux

---

[1]) Ein grünes Perigon findet sich dagegen nicht selten bei Chrysosplenium, Alchemilla ꝛc.

[Fig. 252]). Zeigen die Blumenblätter unter sich ein gewisses ebenmäßiges Verhältniß, so wird die Blumenkrone regelmäßig (C. regularis) genannt; weichen sie aber in ihrer Stellung, Verwachsung und Größe mehr oder weniger von einander ab, so heißt sie unregelmäßig (C. irregularis), ist aber stets symmetrisch. Eine von vier gleichen, getrennten, über's Kreuz gestellten Blumenblättern mit verhältnißmäßig langen Nägeln gebildete Krone heißt Kreuzblume, C. cruciata. Wird sie aus 5 und mehr gleichen getrennten Blumenblättern mit kurzem Nagel gebildet, so heißt sie rosenförmig, C. rosacea (Fig. 185). Die regelmäßige, verwachsenblätterige Blumenkrone heißt radförmig (C. rotata), wenn die Röhre kurz und der Saum flach ausgebreitet ist (Evonymus verrucosus [Fig. 254]); präsentirtellerförmig (C. hypokrateriformis), wenn die Röhre ziemlich lang und der Saum flach ausgebreitet ist (Primula auricula); trichterförmig (C. infundibuliformis [Fig. 233; 253]), wenn der Saum aufwärts gerichtet ist, oder die ganze Blumenkrone sich von der Basis an allmählig erweitert (Syringa [Fig. 234]); glockenförmig (C. campanulata), wenn sie von der Basis an bauchförmig erweitert ist (Halesia [Fig. 255]). Zu den mehrblätterigen unregelmäßigen Blumenkronen gehört die Schmetterlingsblume (C. papilionacea [Fig. 256]), bei welcher das oberste Blatt groß und breit ist, die anderen überragt, und Fähnchen (Vexillum) genannt wird; während die beiden seitlichen, meist ungleich entwickelten Blätter Flügel (Alae), die beiden unteren, gleichfalls ungleichseitig entwickelten, sehr häufig nach oben verwachsenen und kahnförmig zusammengeneigten Blätter das Schiffchen (Carina) genannt werden; zuweilen verwachsen auch alle Blätter einer Schmetterlingsblume an ihrem unteren Theile zu einer Röhre (Trifolium), oder es schlagen einzelne Blätter fehl x. Unter den unregelmäßigen verwachsenblätterigen Blumenkronen unterscheidet man: die zungenförmige (C. lingulata); sie besteht aus einer kurzen Röhre und einem meist verlängerten, an einer Seite bis zur Röhre gespaltenen und bandförmig ausgebreiteten Saume, dessen Spitze meist fünfzähnig, zuweilen aber auch, indem die beiden äußeren Glieder verkümmern, dreizähnig ist (häufig bei Compositen); die lippen- oder rachenförmige (C. labiata s. ringens) ist eine fünfgliederige Blumenkrone, bei welcher 2 und 3 Glieder stärker unter einander verwachsen, und so gleichsam zwei Lippen darstellen, welche man als Oberlippe (Labium superius) und Unterlippe (L. inferius) unterscheidet. Je nachdem das unpaare Blatt der Blüthe nach oben oder unten gerichtet ist, besteht die Oberlippe, oder die Unterlippe, aus drei Blättern (Labiaten); oft sind beide Lippen nur wenig oder gar nicht unter einander verwachsen (Teucrium); nimmt die Oberlippe eine hohle, die Unterlippe überragende Gestalt an, so wird sie Helm (Galea) genannt; bei der mas-



Fig. 255. Halesia tetraptera, Inflorescenz mit glockenförmiger Corolle (1/2 nat. Gr.).

tirten Blume (C. personata) ist der Schlund durch eine Wölbung der Unterlippe, den Gaumen (Palatum), geschlossen (Löwenmaul) 2c.

Bisweilen schlagen einzelne oder alle Blattorgane der Blumenkrone (Acer negundo, dasycarpum) fehl; auch verwachsen zuweilen die Blätter zweier Blumenblattcyclen unter einander (Anonaceen); öfter aber verschmelzen die Blumenblätter mit den Staubblättern, dagegen nie mit dem Kelche oder dem Fruchtknoten. Je nachdem die Blumenkrone auf dem einfachen Blüthenboden, oder auf dem Rande der Scheibe, oder dem des unterständigen Fruchtknotens befestigt ist, ist sie unter-, um- oder oberständig (C. hypogyna, perigyna, epigyna).

Häufig sondert die Blumenkrone eine honigartige Flüssigkeit, Nectar, zumal auf dem Grunde hohler Formen oder an besonderen Nebenbildungen und Anhängseln



Fig. 256. Robinia pseud-acacia. A Blüthentraube: α Stachel als Nebenblatt. B Einzelblüthe zerlegt in a Vexillum; b Ala; c Carina; d Alae im Profil; e die 2 Staubblattbündel; f Fruchtknoten.

ab. Diese Anhängsel bilden zusammen die Nebenkrone (Paracorolla), deren einzelne Theile Nebenblumenblätter (Parapetala) genannt werden. Die Nebenkrone kommt hinsichtlich ihres organischen Baues wesentlich mit der Blumenkrone überein und erscheint auch unter mannigfachen Formen: bald besteht sie aus Schüppchen, die entweder dünn und blattartig, oder dick und fleischig, ganzrandig oder zertheilt sind (Honigschuppen, Nectaria, bei Ranunculus und Parnassia, die Wölbschuppen, Fornices, der Borragineen). Bald zeigt sie ganz besondere abweichende Formen, z. B. die beiden langen, dünnen, capuzenförmigen Blattorgane in der Blüthe von Aconitum, die kleinen tutenförmigen Blattorgane bei Helleborus, Trollius 2c., der Kranz (Corona) bei Narcissus, Lychnis 2c. Manchmal finden sich aber auch noch besondere honigabsondernde Organe innerhalb der Blüthe, wo sie sehr häufig die Stelle einnehmen, an welcher irgend ein Organ fehlgeschlagen ist,

z. B. bei eingeschlechtigen Blüthen; hierher gehören die sogenannten Honigdrüsen der Weiden (Fig. 244 c β, Fig. 245 c), ein oder zwei Schüppchen, welche das verkümmerte Perigon repräsentiren und bei den Pappeln die Form eines Becherchens annehmen.

Die Staubblätter. — Die den Blüthenstaub erzeugenden Organe sind in der überwiegenden Mehrzahl vom Charakter der Blätter, wie schon ihre gelegentliche Rückbildung in Blumenblätter (in gefüllten Blüthen) beweist. Ausnahmsweise wird deren Function von Axengebilden übernommen (Casuarina, Cyclanthera, Euphorbia, Typha u. a.).[1] Die Staubblätter (Stamina) bilden einen oder mehrere Cyclen innerhalb der Blumenkrone und haben mit den Blumenblättern viel Analoges in Stellung und Umwandlung. Stehen sie auf dem einfachen Blüthenboden, so sind sie unterständig (Stamina hypogyna); basiren sie auf der Scheibe, oder sind sie mit der Blumenkrone verwachsen, so heißen sie umständig (Stamina perigyna [Fig. 251; 257]); und stehen sie endlich mit dem Kelche und der Blumenkrone auf dem unterständigen Fruchtknoten, so sind sie oberständig (St. epigyna). Ist nur ein Staubblatt-Cyclus vorhanden, so sind sie gewöhnlich gleichzählig (homomer) mit den Blumenblättern und alterniren mit denselben. Sind mehrere Cyclen vorhanden, so ist die Summe der Staubfäden meist ein Vielfaches der Kronenblätter. Durch Fehlschlagen, Verdoppelung oder Verwachsung (Fig. 240 A; D) entstehen häufig heteromere Blüthenquirle.



Fig. 257. Daphne mezereum. a Blüthenstand (1/2 nat. Gr.), b Fruchtstand (nat. Gr.); c Längsschnitt durch die Blüthe: α Fruchtknoten; β perigynische Staubblätter.

Das Staubblatt besteht aus dem Staubfaden (Filamentum) und dem Staubbeutel (Anthera). Ersterer entspricht dem Blattstiele, und fehlt zuweilen, so daß der Staubbeutel sitzend (Anthera sessilis) erscheint Letzterer entspricht der Blattfläche des Laubblattes.

Der Staubfaden. — Der Staubfaden hat fast immer den Bau der Blumenblätter; er wird von einem centralen Gefäßbündel durchzogen und führt bisweilen vereinzelte Spaltöffnungen. Er ist bald bandartig, bald dick und fleischig, und hat nicht selten Anhängsel, welche dem Züngelchen und selbst den eigentlichen Nebenblättern analog sind, oder ist an der Spitze gespalten. Verwachsen die Staubfäden theilweise oder ihrer ganzen Länge nach unter sich in ein oder mehrere Bündel, so werden sie ein-, zwei- (Fig. 157) oder vielbrüderig (Fig. 159) genannt (Stamina monadelphia, diadelphia, polyadelphia). Bisweilen erfolgt eine Verwachsung nur mittelst ihrer

---

[1]) Vgl. E. Warming: Unters. über Pollen bildende Phyllome und Kaulome in J. Hanstein: Botan. Abhandlungen aus dem Gebiete der Morphologie u. Physiologie, II. Bd., 2. Heft. Bonn 1873.

Anhängsel; oft verschmelzen sie auch mit dem Perigon der Blumenkrone oder dem Fruchtknoten (Fig. 258 c). Auch sondert manchmal ihre Oberfläche und namentlich die ihrer Anhängsel Nectar aus. Bezüglich der Länge des Staubfadens herrscht bei einigen Pflanzengattungen Dimorphismus, indem die Stamina bei einzelnen Individuen die Stempelmündungen überragen, bei anderen erheblich von diesen überragt werden (Polygonum). Die Filamente vieler Gräser erfahren im Moment der Pollenverstäubung eine plötzliche Verlängerung um das Vielfache ihrer ursprünglichen Dimension vermöge der Dehnung eines elastischen Gewebes und unter Zerreißung des centralen Gefäßbündels, welches den Staubfaden durchzieht und sich in das Connectiv fortsetzt.[1])

Der Staubbeutel. — An dem Staubbeutel unterscheidet man das Mittelband (Connectivum), welches der Mittelrippe des Blattes entspricht, und die den



Fig. 258. Aristolochia Sipho: a Blüthenzweig (nat. Gr.): α Fruchtknoten; β Schlund; b Längsschnitt durch die Blüthe: α und β wie bei a; γ Staubgefäße am Fruchtknoten angewachsen; c Narbenfläche mit 4 angewachsenen Staubgefäßen.

beiden Blatthälften entsprechenden Fächer (Loculi oder Thecae), deren Rand hier als Längsfurche (Rima longitudinalis) auftritt (Fig. 259). In letzteren ist der Blüthenstaub (Pollen) enthalten, welcher sich in dem inneren Zellgewebe, das dem Blattfleische (Mesophyllum) entspricht, bildet. Bisweilen finden sich in jedem Fache auch noch secundäre Scheidewände, welche aber keine Gefäße enthalten.

---

[1]) Bei Secale cereale und Triticum sativum, wo sich der Staubfaden innerhalb weniger Minuten von 1,5 auf 8 bis 9 Millimeter verlängert, sieht man nach vollendeter Streckung das bis dahin dicht gewundene Schraubengefäß zerrissen in isolirten kleinen Partien im Filament zerstreut liegen. Die Dehnung geht von der Spitze des Staubfadens aus. Ihr Fortschritt läßt sich an dem Auseinanderrücken einiger zu diesem Behuf angespritzten Pollenkörner unter dem Mikroskop bequem verfolgen. Selbst abgeschnittene Fragmente eines pollenreifen Staubfadens zeigen die Erscheinung, wenn auch in schwächerem Maße.

Ursprünglich ist bei den meisten Pflanzen der Staubbeutel vierfächerig, allein kurz vor der Entwickelung der Blüthe wird in der Regel die Scheidewand innerhalb beider Blatthälften aufgelöst, so daß die Anthere zweifächerig erscheint. Vom Anfange an zweifächerig ist er bei der Lärche, Tanne, Kiefer, den Asklepiadeen 2c. Bei Taxus dagegen ist er 6—7 fächerig, und bei Cupressus und Thuja erzeugen nur einzelne Partien des Staubblattes Pollen, so daß die Zahl der Fächer mehr oder minder unbestimmt ist; bei mehreren Pflanzen (Salvia) bildet constant nur die eine Hälfte des Staubblattes Pollen, während die andere unentwickelt bleibt; aber die normal ausgebildete Seite des Staubbeutels erzeugt dann zwei Fächer. Der Staubfaden geht entweder unmittelbar in das Mittelband über, oder er ist durch ein Gelenk mit demselben verbunden (Tulipa). Das Connectiv selbst zeigt verschiedene Entwickelungsformen, wodurch die Staubbeutel mannigfache

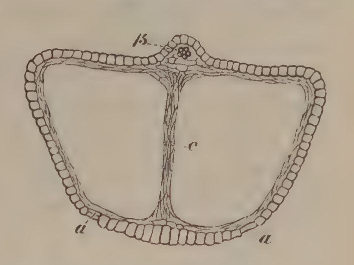


Fig. 259. Querschnitt durch den noch uneröffneten (leeren) Staubbeutel der Fichte (vgr.) a Ort der Dehiscenz; β Connectiv, c Scheidewand.



Fig. 260. Clematis recta L. A Blüthenstand (1/2 nat. Gr.); B Einzelblüthe (vgr. und nach Hinwegnahme einiger vorderen Staubgefäße, um die 6—7 Stempel frei zu legen); C Fruchtknoten; D Staubgefäß (vgr).

Modificationen erleiden. Bald ist dasselbe als Ganzes übermäßig entwickelt, so daß die beiden Fächer mehr oder weniger weit von einander entfernt werden, oder bildet sogar einen quer verlaufenden Faden, der an jedem Ende die Hälfte des Staubbeutels trägt, von denen sich aber nur die eine normal entwickelt (Salvia); bald

entwickelt sich dasselbe besonders stark an der Basis (Stachys sylvatica), oder nach oben (Berberis). Sehr gewöhnlich entwickelt sich vorherrschend seine untere, d. h. äußere Fläche, so daß die Fächer scheinbar auf der oberen (inneren) Fläche desselben zu liegen kommen, und daher dem Stempel zugewendet sind (Antherae introrsae s. anticae [Fig. 260]); oder es entwickelt sich umgekehrt die obere oder innere Fläche vorherrschend, wodurch die Fächer scheinbar auf der unteren oder äußeren Fläche liegen, d. h. vom Stempel abgewendet sind (Antherae extrorsae s. posticae), z. B. Paeonia. Uebrigens zeigen Mittelband sowohl, als Fächer, mitunter mannigfache Fortsätze und Anhängsel, die Staubbeutel überhaupt sehr verschiedene Formen.

Geht der Staubfaden allmählig in das Mittelband über, so heißt er aufrecht (A. erecta), wobei die Fächer bisweilen analog einem herz- oder pfeilförmigen Blatte die Spitze des Staubfadens überragen. Ist aber der Staubbeutel analog



Fig. 261. Carpinus Betulus. a Zweig mit ♀, b mit ♂ Blüthenkätzchen; c Schuppe der ♀, d der ♂ Blüthe; e Frucht (β) mit Cupula (α); f Staubbeutel, α von der Border-, β von der Rückseite.

einem schildförmigen Blatte in der Mitte seiner Länge auf der Spitze des Staubfadens befestigt, so wird er schwankend (A. versatilis) genannt (Fig. 251).

Zuweilen sondern die Staubbeutel eine leimartige Substanz ab, wodurch sie scheinbar unter einander verwachsen, z. B. Compositae; nicht selten erscheinen sie auch einfächerig, indem die Fächer entweder an der Spitze mit einander verschmelzen (Verbascum), oder indem wirklich nur eine einseitige Entwickelung stattgefunden hat (Canna), oder auch in Folge einer Theilung des Staubblattes (Corylus, Carpinus [Fig. 261]).

Ist der Blüthenstaub im Inneren der Fächer vollkommen entwickelt, so öffnen sie sich, um denselben auszustreuen, gewöhnlich geschieht dies dadurch, daß die beiden Hälften eines jeden Faches an der Längsfurche sich theilweise oder ganz von einander trennen und zurückschlagen (Pinus, Cedrus, Picea [Fig. 262]), selten öffnen sich die Antheren durch eine Querspalte (Abies, Tsuga, Larix), oder durch

ein Loch an der Spitze (Ericaceen [Fig. 263]), oder durch Klappen, welche sich von unten nach oben aufrollen (Berberis).

Der Blüthenstaub. — Der Blüthenstaub (Pollen) tritt gewöhnlich in Form kleiner staubartiger Körner von gelber, rothgelber, röthlicher, brauner, schwarzer, sehr selten blauer Farbe aus dem Inneren der Fächer hervor, und bedingt, indem sein Inhalt zu den Samenknospen gelangt, deren Entwickelung. Diese Körner, welche je nach den verschiedenen Pflanzen eine kugelige, elliptische, prismatische, oder polyedrische Form zeigen (Fig. 264), sind Zellen, welche im Antherenfache entstehen, indem sich das Protoplasma einer „Mutterzelle“ um vier neu entstandene Zellkerne gruppirt, und die

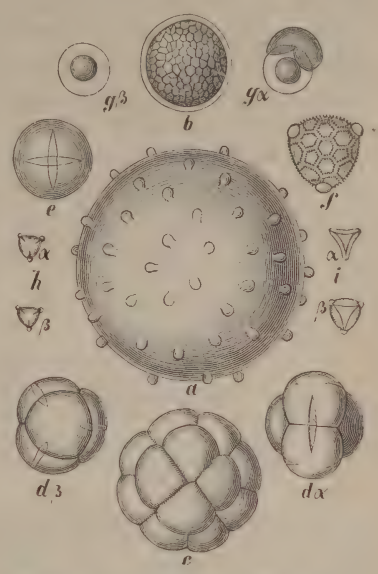


Fig. 264. Pollenkörner (nach H. v. Mohl)
a von Bauhinia furcata. Einzelne Punkte der Exine sind zu hervorragenden Warzen ausgebildet;
b Araucaria imbricata, benetztes Korn, Intine und Exine unterscheidbar;
c Acacia laxa. Das scheibenförmige Pollenkorn ist aus 16 Theilkörnern zusammengesetzt, von denen 8, in zwei Schichten, die Mitte des Pollenkorns, die übrigen 8, in einfacher Schichte, seinen Umkreis bilden;
d Rhododendron ponticum. α und β benetzte Körner in verschiedenen Lagen;
e Erythroxylon ferrugineum. In Wasser aufgequollenes Korn, mit 3 Längsstreifen (von denen einer sichtbar), in denen lange querliegende Nabel liegen;
f Vernonia montevidensis. Benetztes Korn von oben gesehen; die Außenhaut mit vielen Facetten;
g Taxus baccata: α benetztes Korn, die Exine abstreifend; β die mittlere und innere die Fovilla enthaltende Haut;
h Myrtus communis, benetztes Pollenkorn, an dem sich durch die kaum sichtbaren Längsstreifen Warzen hervorgedrängt haben;
i Melaleuka hypericifolia: α trockenes Korn, von oben gesehen; β dasselbe benetzt.

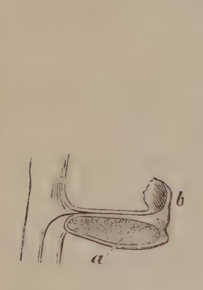


Fig. 262. Staubgefäß von Picea alba: a das eine der beiden Staubfächer; b Connectiv.



Fig. 263. Staubgefäß von Azalea pontica (vgr.). a Löcher am Gipfel des Staubbeutels, aus denen der Pollen entlassen wird.

so entstehenden Tochterzellen sich mit einer Membran umgeben. Durch Resorption der Mutterzelle werden sodann die Pollenzellen bloß gelegt. Bisweilen wird aber auch ein Theil des Auflösungsproduktes klebrig, so daß dadurch 2, 4, 16, 32 oder 64 Körner zusammengeklebt werden (Acacia-Arten [Fig. 264 c]). Bei manchen Orchideen verwandeln sich Mutterzellen und Specialmutterzellen ganz in eine leimartige Masse, wodurch sämmtliche Pollenkörner zu einer Masse zusammenkleben, und als solche auf einem dünnen Stiele aus

dem Fache hervortreten. Aehnlich ist es bei den Asklepiadeen. Diese Pollenmasse hat man Pollinium oder, nach einer nicht sehr glücklichen Analogie, Pollinarium genannt. Das Pollenkorn selbst ist bei allen über dem Wasser blühenden Pflanzen von zwei Häuten umgeben: einer äußeren, der Exine, und einer inneren, der Intine, die immer aus Zellstoff besteht. In vereinzelten Fällen lassen sich am Pollenkorn drei Häute unterscheiden (Taxus [Fig. 264g], Cupressus, Juniperus, Thuja); das Pollenkorn der Asclepiadeen ist von einer einfachen Haut umgeben. Die Exine ist nicht

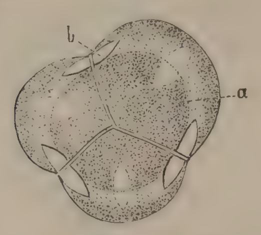


Fig. 265. Viertheiliges Pollenkorn von Rhododendron maximum: a das unten liegende Vierlingskorn; b 12 Keimflächen (Verdünnung der Exine).

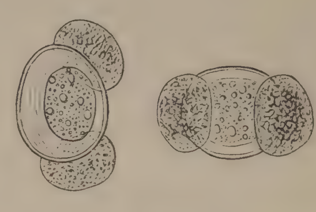


Fig. 266. Pollenkörner von Pinus austriaca mit Anhängseln (in Glycerin und Kali). Vgr. 337.

immer glatt, sondern bald mit Wärzchen oder Spitzen besetzt, bald gestreift, gefurcht, oder mit netzförmigen (facettirten) Erhöhungen versehen (Fig. 264 a. b. f.), und zeigt vielfach Falten und mit einer dünnen Membran verschlossene Poren oder Keimflächen. Diese Poren scheinen in manchen Fällen durch einen Deckel geschlossen, indem ihre Schließhaut nur an der Peripherie der Pore dünn, in den mittleren Partien stärker ist. Zahl und Form der Keimflächen sind sehr verschieden: das Pollenkorn von Rhododendron (Fig. 265) hat zwölf, Alnus fünf, Betula drei Keimflächen, Fagus desgleichen und zugleich drei Längsfalten, bald sind sie rund, bald stellen sie längliche Spalten dar. Die innere Membran ist sehr zart und durchscheinend, und pflegt sich in Berührung mit einer Flüssigkeit stark auszudehnen. Der Inhalt der Pollenkörner heißt Fovilla und besteht aus einer wässerigen Flüssigkeit, in welcher Protoplasma, Schleimkügelchen und Oeltröpfchen, sowie Stärkemehlkörner in größerer oder geringerer Menge schwimmen, welche verschiedenen Körnchen nach dem Austreten stets eine lebhafte Molecularbewegung zeigen. Sobald das Pollenkorn auf die Narbe gelangt, saugt es begierig Flüssigkeit auf, schwillt an und die innere Membran (Intine) drängt sich in Form eines dünnwandigen Zellfadens, des Pollenschlauches, aus einer der erwähnten Keimflächen hervor und verlängert sich bis zur Samenknospe. Selten treten mehrere Schläuche hervor, wohl aber vermag der Pollenschlauch sich zu verzweigen und mehr als eine Samenknospe zu befruchten. Bei einigen Nadelhölzern (Pinus, Picea, Abies) sind die querellipsoidischen Pollen=

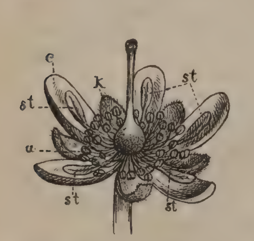


Fig. 267. Staminodien (st) von Tilia argentea. k Kelch; c Blumenblatt; a Staubblatt.

körner mit zwei großen seitlichen Anschwellungen besetzt (Fig. 266), welche nach außen gewölbt, einander mit geraden Flächen etwas convergirend zugeneigt sind.

Die Lebensdauer der Pollenkörner ist im Allgemeinen kurz; sie erhalten sich kaum 10 bis 14 Tage keimfähig, übertreffen darin jedoch bisweilen die Samen der betreffenden Pflanze. Pollen von Weiden, deren Samen nach 5 bis 6 Tagen ihre Keimkraft einbüßen, fand Wichura noch 14 bis 16 Tage nach der Stäubung fähig, den Pollenschlauch hervorzutreiben.[1])

Nebenstaubfäden. — Zwischen den Staubblättern findet man zuweilen noch besondere Bildungen, die Nebenstaubfäden (Parastemones). Diese stellen entweder getrennte Blattorgane dar, oder sie sind unter einander verwachsen, und erscheinen im ersteren Falle bald als Schüppchen, bald als Staubblätter ohne



Fig. 268. Zanthoxylon fraxineum: a Blüthenstand ($^1/_2$ nat. Gr.), *α* Stachel; b Blüthe (vgr.).

Staubbeutel (Staminodia [Fig. 267]); im letzteren Falle dagegen sind sie gewöhnlich dickfleischig und saftig, und bilden einen sogenannten unterständigen Ring, Annulus hypogynus.

Der Fruchtknoten. — Der Fruchtknoten (Germen) oder Stempel (Pistillum) schließt die Samenknospen (Gemmulae s. Ovula) ein, und wird entweder nur aus Axengebilden, oder aus solchen und Blattorganen, oder nur aus Blattorganen gebildet, welche letztere Fruchtblätter (Carpella) genannt werden,

---

[1]) Max Wichura, die Bastardbefruchtung im Pflanzenreich, erläutert an den Bastarden der Weiden. Breslau 1865.

und eine ebenso gesetzmäßige Stellung haben, wie die Blätter der übrigen Blüthenquirle. Gewöhnlich alterniren sie mit den Kelchblättern. Eine Blüthe enthält bald einen (Fig. 257 c), bald mehrere selbstständige Stempel (Fig. 261; 268), die stets die Mitte (den Gipfel) derselben einnehmen, und wesentlich aus zwei Theilen bestehen, nämlich aus dem Fruchtknoten (Germen s. Ovarium), d. h. der die Samenknospen umschließenden Höhlung, und der Stempelmündung (Stigma), welche letztere ersteren nach außen öffnet. Bisweilen verlängert sich der Fruchtknoten unterhalb des Stigma zu einer längeren oder kürzeren Röhre, dem Staubweg oder Griffel (Stylus). Der Griffel steht bald auf dem Gipfel des Fruchtknotens, und wird dann endständig (St. terminalis) genannt: der häufigste Fall; bald ist er seitenständig (St. lateralis), d. h. er steht neben der Spitze des Fruchtknotens (Rubus [Fig. 250]), bald grundständig (St. basalis), wenn er am Grunde des Fruchtknotens steht (Labiaten, Borragineen). In den beiden letzten Fällen haben sich die Spitzen der Fruchtblätter gegen die Blüthenaxe hin eingebogen, und der Griffel sich dann wieder erhoben. Fehlt der Griffel, so wird die Narbe sitzend (Stigma sessile) genannt. Die Samenknospen sind innerhalb des Fruchtknotens stets an einer bestimmten Stelle befestigt, welche sich bald als ein eigenes Organ charakterisirt, bald nur als ein deutlich unterscheidbarer Theil des Organes, aus welchem der Fruchtknoten gebildet ist; in beiden Fällen nennt man diese Stelle Samenträger (Spermophorum s. Placenta). Steht der Fruchtknoten frei in der Mitte der Blüthe, so daß die übrigen blattartigen Organe: Kelch, Blumenkrone und Staubblätter, entweder unter demselben auf dem einfachen Blüthenboden, oder um denselben herum auf der Scheibe befestigt sind, so ist er oberständig (Germen superum [Fig. 269]). Steht er aber unter der Blüthe d. h. sind die genannten blattartigen Organe auf seinem oberen Rande befestigt, so heißt er unterständig (Germen inferum [Fig. 251; 255]). Der oberständige Fruchtknoten wird der Hauptsache nach aus einem oder mehreren Fruchtblättern gebildet; der unterständige Fruchtknoten besteht entweder nur aus Axenorganen, welche unmittelbar die Samenknospen umschließen, oder aus solchen und Blattorganen. Wenn ein ursprünglich oberständiger Fruchtknoten von einer fleischigen Scheibe umgeben ist, und diese innig mit demselben verwächst, so daß er äußerlich als unterständig erscheint, so nennt man ihn einen unecht unterständigen Fruchtknoten (Pomaceae) zum Unterschied von dem echt unterständigen Fruchtknoten.



Fig. 269. Blüthe von Aesculus hippocastanum mit oberständigem Fruchtknoten. a Kelch (nat. Gr.).

Die Oberfläche des Fruchtknotens zeigt verschiedenartige appendiculäre Bildungen der Oberhaut, als Haare (Rose [Fig. 185]), Stacheln (Aesculus [Fig. 99]),

Drüsen ꝛc. Auch der Staubweg ist zuweilen mit Haaren besetzt, welche man Sammelhaare (Pili collectores) genannt hat (Fig. 256 B b. e. f.). Beide, Fruchtknoten und Stylus, bestehen aus Zellgewebe, in welchem einzelne Gefäßbündel verlaufen, das Stigma aber besteht bloß aus Zellgewebe: es ist von Epithelium überzogen, welches sich ganz, oder zum Theil zu Wärzchen umwandelt, die, wenn der Stempel vollkommen ausgebildet ist, eine klebrige Substanz, die Narbenflüssigkeit, absondern, durch welche die darauf fallenden Pollenkörner festgehalten und zur Schlauchbildung veranlaßt werden. Bei den Coniferen ist die Flüssigkeitsausscheidung an der Fruchtknotenmündung zur Blüthezeit eine allgemeine, zur Tropfenbildung gesteigerte Erscheinung. Bei Pinus werden die Tropfen nach Straßburger von den Fortsätzen des Fruchtknotens ausgeschieden. Der aufgerichtete Zapfen hat sich zur Zeit der Pollenstäubung etwas gestreckt, so daß die Fruchtschuppen aus einander gerückt werden. Die von farblosen, glashellen Zellen gebildeten Fortsätze des Fruchtknotenrandes (Fig. 270 ε) sind um diese Zeit prall mit Flüssigkeit gefüllt und secerniren dieselbe reichlich. Wenn jetzt durch einen Luftzug zugeführte Pollenkörner auf die jungen Zapfen fallen, so gleiten sie an den aufgerichteten Fruchtschuppen zu beiden Seiten des mittleren Kieles hinab und gelangen unmittelbar zwischen die Fortsätze der Fruchtknotenmündung. Hier sammeln sie sich in der secernirten Flüssigkeit an und werden beim Eintrocknen derselben in die Fruchtknotenhöhle aufgenommen, so daß sie ihre Schläuche in das Gewebe der Nucleusspitze eintreiben können. Alsdann bedingt ein überwiegendes Rückenwachsthum der Fruchtschuppen, unterstützt durch Harzausscheidungen, den „Schluß" des Zapfen. Gewisse Veränderungen erleidet das Epithelium in der Höhlung des Griffels und selbst des Fruchtknotens längs der Samenträger, wo die Wärzchen häufig zu langen Haaren auswachsen. Eine Substanz, ähnlich der von dem umgewandelten Epithelium abgesonderten, dringt häufig in die Intercellulargänge des unmittelbar unter dem Epithelium gelegenen Zellgewebes, wodurch dasselbe sehr aufgelockert wird. Dieses lockere Zellgewebe sammt dem warzigen Epithelium pflegt man das leitende Zellgewebe (Tela conductrix) zu nennen.



Fig. 270. ♀ Blüthe von Pinus pumilio Hke. zur Bestäubungszeit (nach Ed. Straßburger). α die Deckschuppe; β die Blattanlagen der Fruchtschuppe; γ der Vegetationskegel; δ die Samenknospe; ε die Fortsätze der Fruchtknotenmündung.

Ist ein oberständiger Fruchtknoten vorhanden, so wird der ganze Stempel aus einem oder mehreren Fruchtblättern gebildet; der untere oder Scheidentheil derselben bildet durch Verwachsung der Ränder den Fruchtknoten, der obere, freie Theil (die Fläche) bildet das Stigma, und der Blattstiel, wenn er vorhanden ist,

den Griffel, welcher eine unten mit dem Fruchtknoten in Verbindung stehende und am Anfange der Narbe sich nach außen öffnende Röhre darstellt. Enthält in diesem Falle die Blüthe nur ein Fruchtblatt, so entsteht ein eingliederiger (monomerer) Stempel mit einfächerigem Fruchtknoten (Germen uniloculare), an welchem die

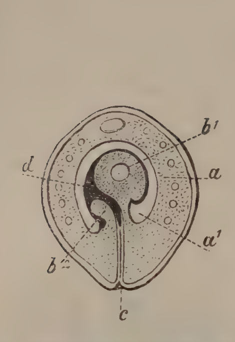


Fig. 271. Fruchtknotenquerschn. von Cerasus semperflorens (Vgr. $3^1/_2$). a äußere, a' innere, später verholzende Partie des Fruchtblattes; b' Samenknospe; b^2 Rudiment der zweiten Samenknospe; c Bauchnaht des Fruchtblattes; d Fruchtknotenhöhle.

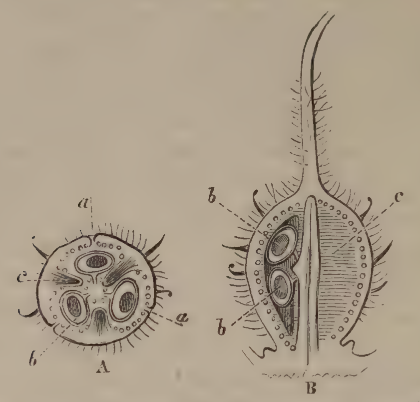


Fig. 272. Trimerer Fruchtknoten von Aesculus hippocastanum. A Querschnitt (vgr.): a loculicide Dehiscenz; b Samenknospe mit Embryo. B Längsschnitt: b wie bei A; c Scheidewand.

Verwachsungsstelle (die Bauchnaht [Fig. 271]) gegenüber der Mittelrippe (Rücken) oft noch nach der Reife sichtbar ist (Kirsche, Papilionaceen), an dessen innerer Wand jedoch bisweilen zellige Auswüchse unechte Scheidewände bilden, z. B. Calla palustris 2c. Finden sich dagegen mehrere Fruchtblätter, so verwachsen dieselben entweder zu eben so viel getrennten Stempeln (Fig. 268), oder ihre Seitentheile schlagen sich ein und verschmelzen mit ihren äußeren, einander zugekehrten Flächen zu einem mehrgliederigen (polymeren) Stempel mit mehrfächerigem Fruchtknoten (Germen pluriloculare) (Fig. 272 A, B). Die Verwachsung erfolgt in letzterem Falle entweder nur an dem Fruchtknoten, so daß ein einfacher Fruchtknoten mit mehreren Griffeln (Buxus, Evonymus [Fig. 273]), oder, wenn diese fehlen, mit mehreren Narben entsteht; oder sie erstreckt sich auf Fruchtknoten und Griffel, woraus ein einfacher Fruchtknoten mit einfachem Griffel und mehreren Narben hervorgeht (Geraniaceae), oder es erstreckt sich die Verwachsung auf den ganzen Stempel (Vinca). Nur selten verwachsen allein die Narben unter

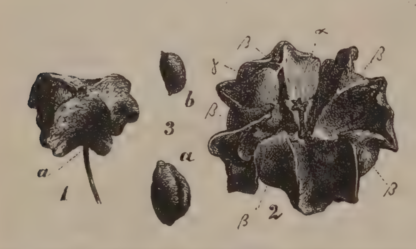


Fig. 273. 1 Fruchtknoten von Evonymus europaeus (4fächrig); 2 offene (5fächrige) Kapsel: α das Fruchtsäulchen (Columella); β die Fruchtklappen, an deren Mitte die Samen tragende Scheidewand (bei γ ein Same, die anderen Fächer leer); 3 der Same a vom Mantel (Arillus) umhüllt; b nackt.

einander (Asclepias). Die Scheidewände der Fruchtknotenfächer sind doppelt und wechseln mit den Narben, welche gegen die Mittelrippen der Fruchtblätter gewendet sind, ab; zuweilen treten aber auch hier falsche Scheidewände hinzu, wodurch jedes Fach in zwei unechte Fächer getheilt wird, z. B. Labiaten, Borragineen. Schlagen sich aber die Seitentheile der Fruchtblätter nicht ein, sondern verwachsen nur an den Rändern mit einander, so bilden sie einen vielgliederigen Stempel mit einfächerigem Fruchtknoten, einröhrigem Griffel, und bald unter einander verwachsenen, bald getrennten Narben. Treten hier unechte Scheidewände auf, so werden dieselben durch eine Entwicklung des Samenträgers gebildet (Fig. 292; 293). In allen diesen Fällen ersieht man aus der Zahl der Narben oder ihrer Abschnitte, wie viele Fruchtblätter unter einander verwachsen sind. Sind aber die Narben auch vollkommen verwachsen, so wird dies entweder aus der Zahl der echten Fächer oder der Samenträger ersichtlich. Die Samenträger werden entweder durch eine



Fig. 274. Azalea pontica. A Querschnitt durch den 5fächrigen (septiciden) Fruchtknoten: a Fruchthülle; b Samenknospen am centralen Samenträger. — B aufgeplatzte Frucht: a Staubweg; b Columella; c Fruchtklappen; d vertrocknete Blumenblätter.

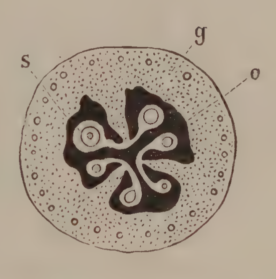


Fig. 275. Fruchtknoten von Quercus ilicifolia (im Juni des 2. Jahres, vgl. Fig. 285), ohne die Cupula. o drei Fruchtknotenfächer mit je 2 Samenknospen, deren größte (s) sich zu entwickeln beginnt; g Fruchtwand mit Gefäßen.

Verlängerung der Blüthenaxe, oder aus Theilen der Fruchtblätter gebildet. Im ersten Falle ist der Samenträger mittelständig (Spermophorum centrale) und steht frei in der Mitte des Fruchtknotens (Sp. c. liberum) (Lychnis, Vitis). Im zweiten Falle können die Samenträger zwar auch centralständig sein, wenn der Fruchtknoten mehrfächerig ist und die eingeschlagenen Fruchtblattränder unter einander verwachsen, die Samen sind aber dann immer in dem inneren Winkel der Fruchtknotenfächer befestigt (Azalea [Fig. 274 A, B]); oder sie sind wandständig (Sp. parietale) bei einfächerigen oder nur mit unechten Scheidewänden versehenen oberständigen Fruchtknoten (Papilionaceae), oder bei echten unterständigen Fruchtknoten (Cupuliferae [Fig. 275; 276], Betulineae, Salicineae, Halesia [Fig. 277 A, B]). Nur selten ist die ganze Fläche der Scheidewände mit Samenknospen besetzt. Bei Pinus, Abies, Larix ꝛc. ist der Stempel auf den Scheidentheil des Blattes reducirt, so daß Griffel und Narbe fehlen; dabei verwachsen auch die Ränder des Fruchtblattes

nicht zu einer Höhlung, sondern die Samenknospen liegen frei am Grunde des offenen Fruchtblattes.

Der unecht unterständige Fruchtknoten ist den Pomaceen und Granaten eigen. Die Fruchtblätter bilden Fruchtknoten, Griffel und Narben, aber eine becherförmige Scheibe (Discus) verwächst mit ersteren vollkommen, so daß nur Griffel und Narben hervorragen, und trägt auf ihrem oberen Rande Kelch-, Blumen- und Staubblätter. Die Samenträger werden von den Rändern der Fruchtblätter gebildet. Bei der Reife wird die fest mit den Fruchtknoten verwachsene Scheibe fleischig (Fig. 252) und trägt an der Spitze die verwelkten Blattorgane der Blüthe, namentlich die Kelchblätter.

Der echt unterständige Fruchtknoten wird wesentlich von der Axe gebildet, und der Antheil, welchen die Fruchblätter an der Stempelbildung nehmen,

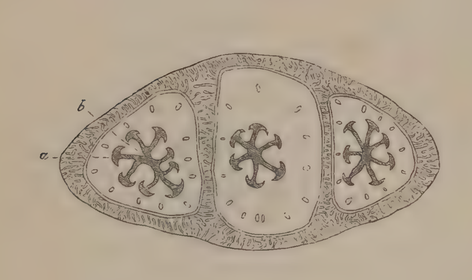


Fig. 276. Castanea vesca. Querschnitt durch die 3 Fruchtknoten mit je 6 Samenknospen (b). a Fruchtknotenhöhle.

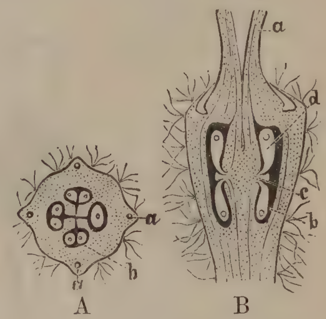


Fig. 277. Fruchtknoten von Halesia tetraptera. A Querschnitt (vgr.) in der Höhe von d in B; a Flügelanlage mit Gefäßbündel; b 4 Fruchtknotenfächer mit je 2 sichtbaren Samenknospen. B Längsschnitt: a Stempel; b Fruchtknotenhöhle; c Samenträger; d Samenknospe mit Ovulum.

ist beschränkt. Bald bilden sie noch die obere Decke der Fruchtknotenhöhle (Myrte), bald nur Griffel und Narben. Manchmal verlängert sich sogar die von den Stengelgliedern gebildete Röhre noch oberhalb der Blüthendecken, und bildet so selbst den Griffel, der dann gewöhnlich die Staubblätter trägt (Fig. 258), während die Fruchtblätter nur noch als kleine Schüppchen die Narben bilden, oder ganz fehlen (z. B. Orchideen, Aristolochieen). Echte Scheidewände können bei einem solchen Fruchtknoten natürlich nicht vorkommen, wohl aber bilden die Samenträger sehr häufig unechte Scheidewände, welche den Fruchtblättern, also auch den Narben gegenüberstehen.

Die Samenknospe. — Die Samenknospe (Gemmula) ist entweder Endknospe (Taxus [Fig. 247], Juglans [Fig. 278 B]), oder Seitenknospe und zwar Adventivknospe, was bei weitem der häufigste Fall ist. Sie kann daher überall entstehen, wo Gefäßbündel und Bildungsgewebe zusammentreffen, also sowohl an

der Axe, als an Blattgebilden. Wird der Fruchtknoten aus einem oder mehreren Fruchtblättern gebildet, so verwachsen meist die beiden seitlichen Hauptrippen eines Fruchtblattes (Fig. 271), oder zweier benachbarten Fruchtblätter zum Samenträger, während der Theil eines jeden Blattes von dieser Rippe an bis zum Rande jederseits sich nach innen einschlägt, und in Zipfel theilt, unter deren Spitze sich die Samenknospen bilden, die Zipfel selbst aber Knospenträger werden. Schon lange vor Entfaltung der Blüthe erscheint im Inneren des Fruchtknotens die Samen=



Fig. 278. Juglans cinerea. A ♂ und ♀ Infloreseenz. B Fruchtknotenlängsschnitt: a Samenknospe; b Stempel. C ♂ Blüthe (vgr.). D Staubgefäß.

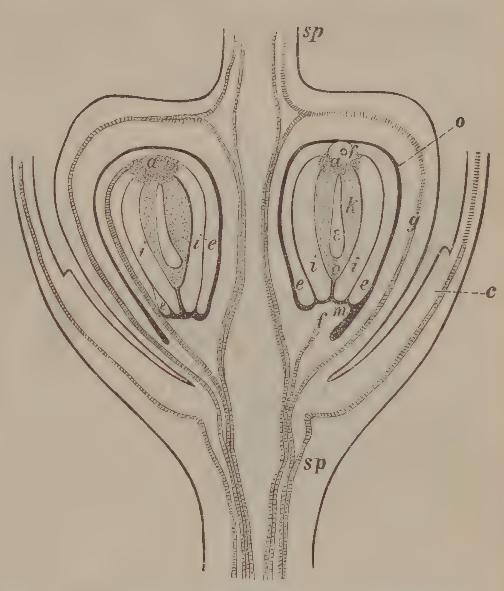


Fig. 279. Längsschnitt durch den unbefruchteten Fruchtknoten von Rhamnus cathartica. a Knospengrund; c Kelchblatt; k Knospenkern; b Kernwarze; ε Embryosack; e äußeres, i inneres Integument; f Knospenträger (Funiculus) mit centralem Gefäßbündel (Raphe); o Fruchtknotenhöhle; sp Schraubengefäß; g Fruchtknotenwand; m Mikropyle.

knospe als eine kleine warzenförmige Erhöhung aus dichtem Zellgewebe, welche mit breiter Basis aufsitzt. Dies ist der Knospenkern (Nucleus), an welchem man die Spitze als Kernwarze (Mamilla nuclei) unterscheidet. Derselbe erleidet in der Regel während der weiteren Ausbildung mannigfache Veränderungen theils durch eigenthümliche Entwickelungsweisen, theils durch Bildung von Knospenhüllen (Integumenten). Meist bildet sich bald nach dem Erscheinen des Knospenkernes in größerer oder geringerer Entfernung unterhalb der Kernwarze eine Kreisfalte, die allmählig auswächst und anfangs den Kern nur becherförmig am Grunde, später

aber bis auf eine kleine Oeffnung an der Spitze, den Knospenmund (Mikropyle) ganz umschließt, so daß eine einfache Knospenhülle (Integumentum simplex) vorhanden ist (Hainbuche, Haselnuß, Birke, Erle, Wallnuß, Abietineen ꝛc.). Oft aber erscheint gleichzeitig eine ähnliche zweite Hülle unmittelbar unterhalb der ersteren. Beide Integumente werden dann als äußere (Integ. secundum s. externum) und innere Knospenhülle (Integ. primum s. internum) unterschieden (Fig. 279; 282), sowie die Oeffnung der ersteren Außenmund (Exostomum), und die der letzteren Innenmund (Endostomum) genannt wird. Kann man unterhalb der ganzen Samenknospe noch ein freies Stück des Samenträgers unterscheiden, so nennt man dies Knospenträger (Funiculus [Fig. 279 f]). Die Basis des Knospenkernes, an welcher er mit der Knospenhülle zusammenfließt, wird Knospengrund oder Hagelfleck (Chalaza), und die außen an der Samenknospe sichtbare Anheftungsstelle derselben an dem Samen- oder Knospenträger Samennarbe oder Nabel



Fig. 280. Celtis occidentalis. a Fruchtstand ($^1/_2$ nat. Gr.); b Steinfrucht (nat. Gr.); c dgl. durchschnitten (vgr.): α Außenhülle; β Innenhülle; γ Same (halbwüchsig).

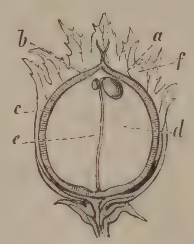


Fig. 281. Längsschnitt durch die halbreife Frucht von Corylus avellana. Fruchtknoten sub-bilocular, durch Verkümmerung des einen Stranges; a Samenknospe, anatrop, hangend; b Rudiment der 2. Samenknospe; c Fruchthülle; d Knospenkern (schwammiges, N-reiches Zellgewebe); e Funiculus; f Cupula.

(Hilum s. Umbilicus) genannt. Steht die Samenknospe in ihrer Längsrichtung im Einklang mit der Längsaxe des Fruchtknotens, so wird sie aufrecht (G. erecta [Fig. 278 B a]) genannt, hangend dagegen (G. pendula [Fig. 280; 281]), wenn ihre Längsaxe der des Fruchtknotens entgegengesetzt verläuft. Selten haben die in Mehrzahl vorhandenen Samenknospen eines Fruchtknotenfaches ein verschiedenes Richtungsverhältniß. Bei Halesia tetraptera ist die untere der beiden Samenknospen jedes Faches hangend, die obere aufrecht (Fig. 277 B).

Wenn bei der weiteren Ausbildung der Gemmula die einzelnen Theile derselben ihre ursprüngliche Lage gegen einander beibehalten, so ist sie ungewendet, gerade (Gemmula atropa s. orthotropa) (Cupressus, Taxus); gewöhnlich aber erleidet sie mannigfache Veränderungen in ihrer Lage, welche besonders bezeichnet werden. Die Samenknospe ist umgekehrt (G. anatropa [Fig. 282]), wenn sich der Knospenträger bedeutend verlängert, die Knospe aber sich umbiegt und an der dem Samenträger zugewendeten Seite mit dem verlängerten Knospenträger

verwächst; bei der ausgebildeten Gemmula liegt dann die Kernwarze dicht an der Samennarbe, während der Knospengrund derselben diametral gegenüber liegt. Dies ist der häufigste Fall (Cupuliferae, Betulineae, Abietineae). Verwächst die Samenknospe nur in ihrem unteren Theile mit dem Knospenträger, so daß ein größerer Theil der umgewendeten Spitze derselben frei bleibt, und daher die Kernwarze über die Samennarbe hinausreicht, so heißt sie halbumgekehrt (G. hemianatropa) (Aroideae); und ist die Samenknospe in diesem Falle zugleich sitzend, d. h. kein freier Theil des Knospenträgers vorhanden, so erscheint sie in der Mitte befestigt. Das Gefäßbündel des Knospenträgers wird Samennaht (Raphe) genannt. Entwickelt sich die eine Seite der Samenknospe übermäßig, während die andere zurückbleibt, so daß im ausgebildeten Zustande erstere fast den ganzen Um-

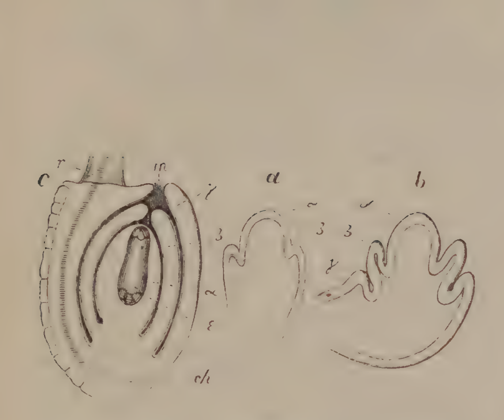


Fig. 282. Anatrope Samenknospe von Viola tricolor (nach Schacht). a sehr frühes Stadium: α Knospenkern; β inneres Integument; b etwas älterer Zustand, α u. β wie vor; γ äußeres Integument; c Längsschnitt zur Blüthezeit: α, β, γ wie vor; ε Embryosack; m Mikropyle; ch Chalaza; r Samennaht (Raphe).



Fig. 283. Frucht von Myristica moschata (nat. Gr.) durchschnitten: a fleischige Fruchthülle; b Samenmantel; c Same.

fang einnimmt, und daher Samennarbe und Knospengrund zwar zusammenfallen, die Kernwarze aber zugleich neben der Samennarbe liegt, so heißt die Samenknospe gekrümmt (G. kampylotropa). Verlängert sich in diesem Falle zugleich der Knospenträger, und verwächst er mit einem Theile der Samenknospe, wodurch sich der Knospengrund von der Samennarbe entfernt, so ist sie halbgekrümmt (G. hemitropa) (Leguminosen). Endlich kann auch die Samenknospe lang gestreckt sein und bei gleichmäßiger Entwickelung beider Seiten sich hufeisenförmig krümmen, wobei die in der Biegung liegenden Wandungen entweder frei bleiben (G. lykotropa) (Malpighiaceae), oder verwachsen (G. kamptotropa). Manchmal bildet sich nach der Ausbildung der Samenknospe noch eine weitere Umhüllung, welche man Samenmantel (Arillus) nennt. Bei weitem häufiger aber findet die Bildung eines Samenmantels nach der Befruchtung statt, und zwar bildet derselbe

bald eine zusammenhangende Hülle des Samen (Evonymus [Fig. 273], Coffea [Fig. 305]), bald einen lappigen, zerschlitzten Ueberzug (Muskatblüthe [Fig. 283]), bald lange Haare, die den Samen umhüllen (Populus [Fig. 284 A], Salix [Fig. 284 B]), und ist dabei bald fleischig und saftig, bald bloß hautartig, bald trocken=



Fig. 284. A Same von Populus nigra. a, b, e (vgr.), c Coma; d ein Stapel von 4 verwachsenen Haaren. — B Salix repens. a, b, c wie bei A.

faserig. Den zu Haaren umgebildeten Samenmantel der Weiden nennt man **Haarschopf** (Coma).

Die Samenknospe besteht ursprünglich nur aus dichtem Zellgewebe, und weder im Knospenkerne, noch in dessen Hüllen finden sich Gefäßbündel; gewöhnlich aber verläuft ein Gefäßbündel durch den Knospenträger, endet aber stets im Knospengrunde (Fig. 278). Bald, zuweilen schon mit der Entstehung der Knospenhülle, entwickelt sich **eine Zelle** im Inneren des Knospenkernes stärker, als die anderen, und bildet den **Embryosack** (Fig. 278 ε), in welchem gleichfalls sehr frühzeitig — vor der Blütheneröffnung — nahe seinem Scheitel bei den Angiospermen eine (bisweilen auch mehr als eine) Tochterzelle entsteht. Dies ist das **Keimbläschen** oder die **Eizelle** (Ovulum), welche, nachdem sie von dem Inhalt des durch die Mikropyle zum Embryosack hinabgedrungenen **Pollenschlauchs** befruchtet worden, zum **Embryo** heranwächst.



Fig. 285. Morus alba. a Fruchtzweig; b Einzelfrucht (vgr.) mit Kelchanhängsel; c ohne solches; (d, e, f abweichende Blattformen).

Bald nach Entfaltung der Blüthe und nachdem der Blüthenstaub auf die Narbe gelangt ist, d. h. nach stattgehabter Befruchtung, beginnt die **Periode des**

Reifens, in welcher der Stempel sammt den eingeschlossenen Samenknospen zur Frucht ausgebildet wird.

Mit dem Beginn der Reifung fangen die Organe der Blüthe an, ihr Ansehen zu verändern; Blumenkrone und Staubblätter welken rasch und fallen meist ab, auch der Staubweg verschwindet in den meisten Fällen, und nur der Fruchtknoten nimmt unter mannigfachen Veränderungen an Größe zu, indem er zur Fruchthülle (Perikarpium) wird, während die Samenknospe zum Samen (Semen) umgebildet wird. Gefüllte Blüthen, bei welchen die Befruchtungsorgane



Fig. 286. Quercus rubra. Zweijähriger Sproß mit Früchten (α) vom Vorjahre und (β) von diesem Jahre (im Juli).

in Blumenblätter umgewandelt sind, und sonst unbefruchtet gebliebene Blüthen dauern daher immer länger, als einfache.

Der Kelch bleibt häufig bis zur vollkommenen Reife der Frucht stehen, wobei er sich entweder wenig verändert, nur einfach vertrocknet (Apfel, Birne), oder sich vergrößert und die Frucht umgiebt (Judenkirsche), oder zur Haarkrone wird, wie bei den Compositen, oder auch halb abgeworfen wird (Stechapfel). Auch die Blüthenhülle bleibt zuweilen stehen und bildet um die Frucht eine fleischige Hülle, so daß dieselbe eine Scheinbeere darstellt (Hippophaë, Morus [Fig. 285]). Am häufigsten aber nehmen Stempelträger und Scheibe an den Veränderungen Antheil, indem sie auswachsen, nicht selten fleischig werden, und zuweilen selbst

innig mit dem Fruchtknoten verwachsen. Bei Blüthen ohne Blüthendecken wachsen auch oft Deckblätter und Deckblättchen mit der Frucht heran, werden meist holzig und bilden so bei den Cupuliferen in Verbindung mit ihren zu einer Scheibe umgestalteten Stengelgliedern den Becher (Cupula [Fig. 202; 203; 229; 286], bei den Betulineen die Schuppen des Zapfens (Fig. 230) 2c.

Die Fruchthülle.

An der Fruchthülle (dem Perikarpium) kann man in der Regel drei Hauptschichten unterscheiden: die äußere Fruchthaut (Epikarpium), welche an ihrer Außenfläche oft Haare, Emergenzen, Drüsen und Spaltöffnungen trägt; die mittlere oder Fleischhaut (Mesokarpium, oder wenn fleischig, Sarkokarpium) und die innere Fruchthaut (Endokarpium).[1] Die mittlere dieser Schichten läßt nicht selten zwei mehrreihige Parenchymlagen unterscheiden: eine äußere, aus zartwandigen polyedrischen Zellen, und eine innere aus mehr oder weniger verdickten, stets langgestreckten, lederartigen oder holzigen Zellen gebildete lederartige oder holzige „Hartschicht" (Kraus) (Papilionaceen, ein Theil der Rosaceen)[2]. Bei einigen Papilionaceen ist das äußere Parenchym der mittleren Schicht der Fruchthülle nach Gr. Kraus[3]) nicht selten wiederum in zwei Lagen nach Form und Inhalt ungleichwerthiger Zellen geschieden, so daß die Fruchthülle in solchem Falle aus fünf differenten Zellschichten zusammengesetzt erscheint. Jede dieser Schichten der Fruchthülle entwickelt sich während des Reifens auf eigenthümliche Weise, woraus allein schon eine Mannigfaltigkeit der Fruchtformen entsprießt. Manchmal löst sich die innere Fruchthaut in eine breiartige, saftige oder markige Zellgewebsmasse auf, welche die Fruchtfächer ausfüllt und Fruchtbrei (Pulpa) genannt wird (Citronen).

Der Same.

Nach ihrer vollkommenen Entwicklung stellt die Samenknospe mit ihren Integumenten den von der Fruchthülle umschlossenen, selten nackten, Samen (Semen) dar, durch welchen die geschlechtliche Fortpflanzung der höheren Gewächse erfolgt. Der Same besteht aus der Samenschale (Epispermium, Testa) und dem Samenkerne (Nucleus), welcher letztere entweder von dem Keime (Embryo) ausschließlich, oder von diesem und einem Sameneiweiß (Albumen) gebildet wird. Uebrigens hält sowenig das Wachsthum der Samenhülle mit der Entwicklung des Embryo, wie das der Fruchthülle mit der des Samens jederzeit gleichen Schritt, so daß nicht selten äußerlich normal gebildete Früchte ohne Samen, oder „taube" Samen mit normaler Samenschale gefunden werden.

Die Samenschale. — Die Integumente der Samenknospe, sowie die Reste des Knospenkernes entwickeln sich zu einer bald stärkeren, bald feineren geschlossenen

---

[1]) L. Claude-Richard, Analyse der Frucht und des Samenkorns. Aus dem Französ. übersetzt von F. L. Voigt. Leipzig 1811.

[2]) M. J. Schleiden, Grundzüge der wissenschaftlichen Botanik 2c. II. Th. 3. Aufl. Leipzig 1850.

[3]) Gr. Kraus: Ueber den Bau trockner Perikarpien. Jahrb. f. wiss. Botanik 5, 83.

Hülle, welche den Samenkern (Albumen und Embryo) umgiebt. Sie ist bald dünnhäutig, bald stark verholzt, und ihre Außenfläche erscheint bald glatt, bald rauh, warzig, selten behaart. Bei den Gossypium-Arten entwickelt die Epidermis der Samenschale jene langgestreckten, als „Baumwolle“ bekannten Haarzellen (Fig. 92). Oefter bilden sich auch einzelne Theile der Oberfläche besonders aus: die Samen werden geflügelt (Syringa [Fig. 233]), oder sie erscheinen mit erhabenen Leisten (Calluna [Fig. 287]), Höckern, Furchen (Viburnum lantana), Warzen 2c. besetzt.

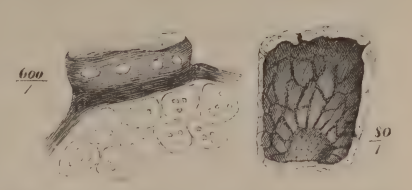


Fig. 287. Same von Calluna vulgaris, von einem häutigen porösen Flügelrande umgeben und netzförmig gerieft (Vgr. 80); links eine Partie des Flügelrandes und einige Zellen des Endosperms (Vgr. 600).

Die Entwicklungsweise der Samenschale wird besonders dort von Bedeutung, wo sie nicht mit der Fruchthülle verwachsen ist, sondern die gereiften Samen von der Fruchthülle entlassen werden und daher ihrerseits den Schutz des eingeschlossenen Embryo gegen Licht, Wasserverlust, Kälte, Feinde zu vertreten, durch eine active oder passive Transportfähigkeit (Anhänge, Färbung), die Verbreitung und Mischung der Pflanzenarten, durch Quellbarkeit die Keimung zu begünstigen, kurz jene Functionen zu übernehmen haben, welche bei den Schließfrüchten dem Perikarpium obliegen. In der Regel kann man an der ausgebildeten Samenhülle eine größere Anzahl von Zonen, jede meist aus mehreren Zellreihen bestehend, unterscheiden, von denen aus dem physiologischen Gesichtspunkte hervorzuheben sind, die aus stark verdickten, meist radial gestellten Zellen bestehende Hartschicht, eine für Wasseraufnahme eminent empfängliche colloidale Quellschicht, eine die Farbe des Samens bestimmende Pigmentschicht, eine stickstoffhaltige Zone 2c.[1]) Die Lage dieser verschiedenartigen Zellschichten der Samenhülle, ihre Anordnung in der Richtung von Außen nach Innen ist constant für eine bestimmte, variabel für verschiedene Pflanzenarten. Bald bildet die Hartschicht die äußerste Zellmembran, die Epidermis (Papilionaceen [Fig. 288]), bald die Quellschicht (Cydonia [Fig. 12 a]) 2c.

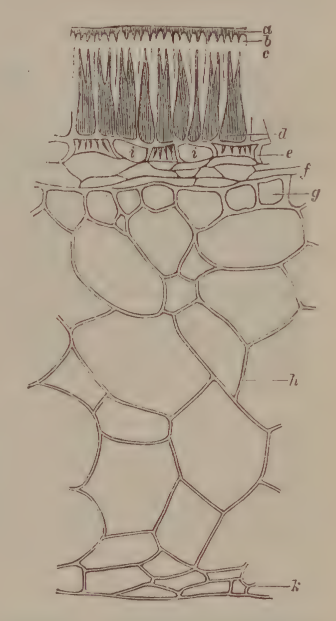


Fig. 288. Querschnitt durch die Samenhülle von Trifolium pratense (vgr. 365). a Cuticula: b die Spitze, d die Basis der Epidermiszellen; c die sogenannte „Lichtlinie“, eine continuirliche Zellstoffmasse; d Säulenzellschicht, i deren Intercellularräume; f Parenchymschicht. Die folgenden Schichten: g die Proteinschicht, h und k die Quellschicht gehören schon nicht der Samenhülle, sondern dem Endosperm des Samen an.

[1]) F. Nobbe, Handbuch der Samenkunde. Berlin 1876.

Mehrere wesentliche Functionen der Samenschale können bisweilen in einer ihrer Zellschichten vereinigt sein: die Hartschicht kann zugleich Pigment in ihren Zellwänden (Cydonia), oder im Zellinnern (Robinia), die Quellschicht kann zugleich hohe Elasticität besitzen. Bisweilen wird die mechanische Leistungskraft einer Zellschicht erhöht durch Verdoppelung in der Art, daß zwei gleichwerthige Zellschichten um 90° verschoben sind (Fig. 289), so daß die eine (a) den Samenkern vertical umfaßt, die andere (b) horizontal. Andererseits treten in vielen Samen in der Jugend sehr breite Zellschichten auf, welche transitorisch als Reservelocale dienen, mit Stärkemehl erfüllt sind, später aber ausgeschöpft und bis fast auf Null zusammengepreßt werden, wodurch dem mächtig wachsenden Samenkerne Raum geschafft wird (Fig. 12 d).

Der Keim (Embryo). — Im Embryosacke beginnt zunächst nach der Befruchtung die Bildung des Keimes, der Anlage zu einer neuen Pflanze. Nur selten entwickeln sich mehrere Keime in einer Samenknospe, z. B. bei den Aurantiaceen, Coniferen und anderen. Bei den Coniferen steigt die Anzahl der Embryonen, hier „Corpuscula" genannt, bis zu 20 und mehr, von denen jedoch in der Regel nur einer zur Entwicklung gelangt.

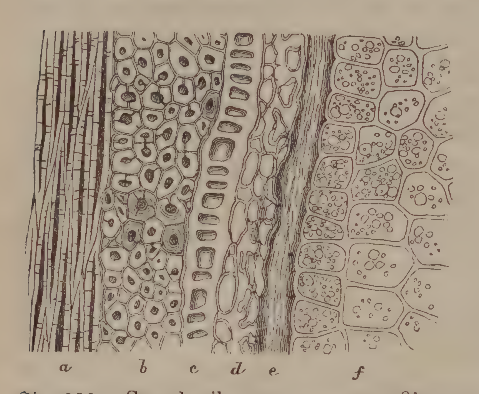


Fig. 289. Symphorikarpus racemosus, Längsschnitt durch die Wand des Steines. a bastartige äußere, verticale, b horizontal umfassende bastartige Zellschicht; c dickwandige Zellen mit gelblicher Membran; d korkartige großmaschige Zellschicht; e kleinzelliges, das ölhaltige Endosperma (f) begrenzendes Zellgewebe.

An dem Embryo unterscheidet man das Würzelchen (Radicula), die embryonale Stammaxe (Cauliculus), die Endknöspchen (Federchen [Plumula]) und die Samenlappen (Kotyledones). Das Würzelchen ist immer gegen den Keimmund, die Mikropyle zu orientirt, so daß bei einer nicht gewendeten Samenknospe der Embryo umgekehrt (E. inversus s. superus), d. h. mit dem Würzelchen von dem Anheftungspunkte abgewendet ist oder herabhängt, dagegen ist er bei der umgekehrten (anatropen) Samenknospe, welche bei weitem am häufigsten vorkommt, aufrecht (E. erectus s. inferus), d. h. die Wurzelspitze liegt in der Nähe der Samennarbe; bei einer halbumgekehrten Samenknospe liegt er quer zur Samennarbe. Bei der Keimung tritt daher jederzeit zuerst das Würzelchen hervor; erst später befreien sich die Kotyledonen von der Samenhülle, welche oft längere Zeit als „Mützchen" an der Keimpflanze haften bleibt. Eine Ausnahme bildet Viscum, und als Abnormität wird auch bei Kiefern und Fichten ein dem Würzelchen voraufgehender Austritt der Plumula aus dem Samen bisweilen beobachtet (Fig. 111 h).

Seiner Gestalt nach ist der Embryo bald gerade (Fig. 65 d), bald gekrümmt oder sogar spiralförmig aufgerollt (Cuscuta).

Das Würzelchen, die Radicula, bildet sich bei der Keimung der Samen der Dikotyledonen unmittelbar zur Hauptwurzel aus. Bei der Mehrzahl der Monokotyledonen ist die Radicula kurz und stumpf, entwickelt sich bei der Keimung wenig oder gar nicht, vielmehr brechen die schon im Samen selbst angelegten Nebenwurzeln als erste Wurzelbildungen hervor. Hierauf beruht die von Cl. Richard eingeführte Unterscheidung von Innenwürzlern (Endorhizen), im Gegensatze zu den Exorhizen oder Außenwürzlern, den Embryonen der meisten Dikotyledonen, deren Radicula erst außerhalb des Samens sich verästelt. Die aus dem Samen selbst hervorgetretenen „Primordialwurzeln" sind für die Ernährung der Endorhizen nur in der Jugend von Bedeutung. Der Schwerpunkt des Wurzelsystems an der entwickelteren Pflanze liegt hier in den aus den unteren Stammpartien entspringenden Adventivwurzeln.

Die embryonale Stammaxe, der Cauliculus, trägt die Kotyledonen und ein Endknöspchen (Gemmula, Plumula), welche von dem aus Urgewebe bestehenden Vegetationskegel abgeschlossen wird und bisweilen bereits einige embryonale Laubblättchen trägt. Letztere entfalten sich nach der Keimung meistentheils zu einer Gestalt, welche von der der späteren Laubblätter mehr oder minder abweicht. Die Keimblätter (Samenlappen, Kotyledonen), deren Gestaltsverhältnisse bereits oben (S. 200) besprochen wurden, geben nach Maßgabe der Anzahl, in welcher sie im Samen enthalten sind, seit A. von Jussieu[1]) Anlaß zur Unterscheidung der Gewächse in Akotyledoneae, Mono- und Dikotyledoneae, von welchen letzteren späterhin noch die Polykotyledoneae abgetrennt wurden. An Ausnahmen in dieser natürlichen Gruppirung des Gewächsreichs fehlt es freilich nicht. Eine kleine Anzahl von Dikotyledonen entbehrt der Keimblätter überhaupt (die äußerst einfach gebauten Samen der Orchideen, die parasitischen Orobancheen [Fig. 132 und 133] und Monotropeen, Pyrola, die meisten Cuscuta-Arten ꝛc.).

Von den im Allgemeinen polykotyledonischen Nadelhölzern haben einige Gattungen und Arten im ruhenden Samen nur zwei, drei oder vier Keimblätter, welche erst nach der Keimung eine weitere Spaltung erfahren. Zwei Kotyledonen finden sich im Samen des Wachholder, des Lebensbaumes (Thuja), der Eibe (Taxus), des Dammara (Cunninghamia); drei bei der Hänge-Cypresse, Araucaria imbricata; vier bei der Balsamtanne (Abies balsamea), Pinus inops, der Schirlings- oder Hemlock-Tanne (Tsuga canadensis); vier bis fünf bei der Sibirischen Lärche (Larix sibirica), Pinus Laricio; fünf bis neun und mehr bei der Steverischen Lärche (Larix europaea Dec.), der Fichte (Picea vulgaris Lk.), Edeltanne (Abies pectinata Dec.) ꝛc.

Liegt das Keimwürzelchen im Samen an der Fuge der Kotyledonen, so nennt man letztere anliegend (K. accumbentes), das Würzelchen seitlich (Rad. lateralis), den Embryo seitenwurzelig (E. pleurorhizeus). Schlägt sich dasselbe auf den Rücken eines der Samenlappen um, so werden die Kotyledonen aufliegend (incumbentes), die Radicula auf dem Rücken liegend (dorsalis), der Embryo

---

[1]) Genera plantarum secundum ordines naturales disposita ꝛc. Paris 1789.

rückenwurzelig (notorhizeus) genannt. Orthoplaceus heißt der Embryo, dessen Würzelchen in der Falte liegt, welche von den längs der Mittelrippe eingeschlagenen Kotyledonen gebildet wird; spirolobeus derjenige, dessen Würzelchen den spiralig gewundenen Kotyledonen anliegt.

Das Sameneiweiß (Albumen).

Schon vor der Ausbildung des Embryo bildet sich im Embryosacke ein parenchymatisches Zellgewebe, wodurch meist alles in dem Embryosacke enthaltene Cytoblastema aufgezehrt wird. Man hat es Endosperm (Endospermium) genannt. Dasselbe wird jedoch öfter von dem wachsenden Embryo wieder ganz oder theilweise verdrängt, so daß es im ersteren Falle später ganz fehlt, und der Embryo unmittelbar von der Samenschale umschlossen wird. Bei den Coniferen wird das bald nach der Bestäubung im Embryosacke gebildete Endosperma späterhin wieder aufgelöst und neu gebildet. Außerdem lagern sich oft in den Ueberbleibseln des vom Embryo nicht vollständig aufgesogenen vielmehr seinerseits fortgebildeten Knospenkerns oder Knospengrundes Stärkemehl oder andere Reservestoffe ab. So entsteht das Perisperm (Perispermium). Beide Bildungen, Endosperm und Perisperm, constituiren das Sameneiweiß (Albumen); zumeist ist ausschließlich Endosperm vorhanden; bisweilen aber beide gleichzeitig (Nymphaeaceen). Ein Perisperm allein führen die Samen von Canna. Das Albumen ist, je nach seinem Inhalte, bald fleischig, bald mehlig, ölig, glasig, holzig oder hornig, knorplig &c. Je größer der Embryo, und namentlich die Kotyledonen, desto geringer ist die Masse des Sameneiweiß; bei Daphne Mezereum und manchen Papilionaceen bildet dasselbe eine verschwindend kleine peripherische Lamelle.

Zu den Pflanzen, deren Samen Eiweiß führen, gehören die Coniferen (Fig. 65 d; 290), Plataneen, Moreen, Caprifoliaceen, Oleaceen, Apocyneen, Ericineen, Araliaceen (Hedera), Corneen (Fig. 305), Loranthaceen, Grossularieen, Berberideen, Tiliaceen, Ampelideen, Celastrineen, Staphyleaceen z. Th. (Staphylea selbst besitzt kein Endosperm), Rhamneen, Papilionaceen z. Th. u. a.

Eiweißlos sind dagegen die Samen der Betulaceen, Cupuliferen, Ulmaceen, Salicineen, Acerineen, Hippocastaneen, Juglandeen, Anakardiaceen, Pomaceen, Amygdaleen, Papilionaceen z. Th. In den eiweißlosen Pflanzen füllt der Embryo die ganze Samenschale aus (Fig. 291).

Die Frucht.

Die reifen Früchte zeigen, je nachdem sie aus einem ober- oder unterständigen Fruchtknoten hervorgegangen, ein- oder mehrfächerig sind, sich bei der Reife öffnen, um die Samen auszustreuen, oder geschlossen bleiben, so daß die Fruchthülle erst nach und nach zerstört wird, wenn die Frucht in den Boden gelangt

ferner nach der verschiedenen Beschaffenheit, welche die Fruchthülle annimmt, und nach dem Antheile, welchen die übrigen Blüthentheile an der Bildung der Frucht nehmen, sehr mannigfaltige Formen, welche mit verschiedenen Namen bezeichnet werden. Geschlossen bleiben mit wenigen Ausnahmen alle fleischigen und saftigen Früchte, ferner alle einsamigen, gleichviel ob sie es der Anlage nach, oder durch Fehlschlagen sind. Zuweilen verwachsen auch mehrere getrennte, in einer Blüthe vorhandene Fruchtknoten zu einer scheinbar einfachen Frucht, oder die Früchte

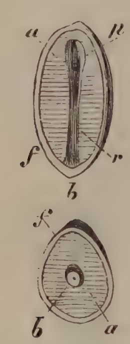


Fig. 290. Same von Pinus austriaca im Quer- und Längsschnitt (vgr.). f Fruchthülle; a Endosperm; b der Keim; r Radicula; p Kotyledonen.

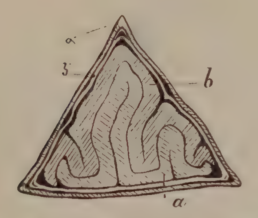


Fig. 291. Querschnitt durch die Buchenfrucht: α Perikarp; β Endosperm; a und b die zusammengefalteten Kotyledonen.



Fig. 292. a Fruchtstand von Barbarea vulgaris: β Samenträger; b Schote im Aufspringen: α Fruchtklappe, β Nabelstrang; c u. d Same: δ Lage des Würzelchens, ε Kotyledonen.

verschiedener Blüthen bilden einen eigenthümlichen Fruchtstand. Die hauptsächlichsten Fruchtformen lassen sich folgendermaßen zusammenstellen:

I. Nackte Früchte, an deren Bildung nur der Fruchtknoten Antheil nimmt.

A. Kapselfrüchte (Capsula), welche bei der Reife auf verschiedene Weise aufspringen und die Samen ausstreuen. Ausnahmsweise kommt es jedoch auch vor, daß Individuen einer solchen Form, namentlich wenn sie einsamig sind, nicht aufspringen, ohne daß sie deshalb mit einem besonderen Namen belegt werden können, weil sie in der sonstigen Bildung vollkommen mit anderen aufspringenden übereinstimmen; oder daß sie senkrecht auf ihre Axe in einzelne einsamige

Stücke oder Glieder (Articulus) zerfallen, die für sich nicht aufspringen. Die Kapselfrüchte sind bald oberständig, bald unterständig, je nachdem sie aus einem ober- oder unterständigen Fruchtknoten hervorgegangen sind. Hierher gehören:

1) Die Hülse (Legumen), oberständig, 1—vielsamig. Samen an der durch die verwachsenen Ränder des zusammengeschlagenen Carpells gebildeten „Bauchnaht“ (Sutura) befestigt. Sie springt in der Regel zweiklappig auf, d. h. nicht nur an der Bauchnaht, sondern auch an der dieser gegenüber liegenden äußeren oder „Rückennaht“, und findet sich stets nur einzeln in einer Blüthe (Robinia). Geschlossen bleibt die Hülse in der Regel, wenn sie einsamig, oder im Inneren mit fleischiger Substanz erfüllt ist (Ceratonia siliqua).



Fig. 293. a Fruchtstand von Lepidium sativum. β rückständiger Samenträger; b Schötchen im Aufspringen: α Fruchtklappe, β Samenträger, γ Nabelstrang; c u. d Same: δ Lage des Würzelchens; ε Kotyledonen.



Fig. 294. a Porenkapsel von Papaver dubium; gekrönt von der flach ausgebreiteten Stempelmündung, unter welcher das Aufspringen in Löchern erfolgt; b Same.

2) Die Balgfrucht oder hülsenförmige Frucht (Folliculus) unterscheidet sich von der vorigen dadurch, daß sie stets nur an der Bauchnaht aufspringt und sich immer in Mehrzahl in jeder Blüthe findet (Zanthoxylon [Fig. 268]).

3) Die Schote (Siliqua) ist oberständig, aus zwei Carpellen gebildet, zweiklappig von der Basis gegen die Spitze hin in der Art aufspringend, daß die aus einer Entwickelung der Samenträger nicht durch die eingeschlagenen Ränder der Fruchtblätter gebildete falsche Scheidewand in der Mitte stehen bleibt; die Samen sind wandständig und bilden in jedem der zwei Fächer zwei Reihen. Diese Fruchtform ist den Cruciferen eigen. Ist die Frucht viel mal länger als breit, so wird sie Schote im engeren Sinne (Siliqua) genannt (Fig. 292). Ist sie dagegen

kurz und breit, Schötchen (Silicula [Fig. 293]). Uebrigens kommen auch unter den Schoten durch Verschwinden der Scheidewand einfächerige und einsamige Schoten vor, welche bei der Reife nicht aufspringen (Isatis).

4) Die Kapsel (Capsula). Unter diesem Namen begreift man im Allgemeinen alle trockenen, aufspringenden Fruchtformen, welche nicht den bereits genannten angehören. Sie ist bald unterständig (Capsula infera); bald oberständig (Capsula supera) und besteht dann immer aus mehreren Fruchtblättern; 1—vielfächerig, vielsamig. Das Aufspringen der Kapsel geschieht auf verschiedene Weise: bald zerreißt sie scheinbar ganz regellos (Nikandra), bald — am häufigsten — erfolgt das Aufspringen sehr regelmäßig, wenn gleich bisweilen auf einen kleinen Theil der Kapsel beschränkt. In diesem Falle springt die Kapsel entweder an den Scheidewänden auf, indem sich diese in zwei Lamellen spalten, und die einzelnen auf diese Weise getrennten Fächer öffnen sich dann nach innen (wandtheiliges Aufspringen, Dehiscentia septicida [Fig. 274]); oder die Außenwand der einzelnen Fächer spaltet sich in der Mitte, zwischen je zwei Scheidewänden, während diese ungetheilt bleiben (fachtheiliges Aufspringen, Deh. loculicida [Fig. 272 A]); oder die Außenwand löst sich in Form einzelner Klappen (Valvulae) von den Scheidewänden ab, so daß diese in Form eines Sternes stehen bleiben (klappiges Aufspringen, Deh. septifraga), z. B. Calluna, Cobaea scandens :c. Bleibt bei einer dieser Arten des Aufspringens eine stielförmige Zellgewebsmasse in der Axe der Frucht stehen, so wird diese Mittelsäulchen oder Fruchtsäulchen (Columella [Fig. 273. 2α; 274 B b]) genannt. Das Aufspringen selbst erstreckt sich bald auf die ganze Länge der Frucht, bald nur auf einen Theil derselben, so daß die Spitzen der Fächer gleichsam Zähne bilden (Dianthus), und beschränkt sich zuweilen auf einen so kleinen Theil, daß sich an der Spitze oder Seite der Kapsel nur einzelne Löcher bilden (Fig. 294), derartige Früchte nennt man Porenkapseln. Manchmal löst sich auch der obere Theil der Kapsel transversal in Form eines Deckels ab (umschnittene Kapsel, Capsula circumscissa, Pixidium, z. B. Hyoscyamus, Anagallis [Fig. 295]), und zuweilen erscheint sie selbst in die Länge gestreckt, schotenförmig, zweiklappig von der Basis zur Spitze aufspringend (Chelidonium, Corydalis), und bei Hypecoum und anderen ist sie sogar durch Querscheidewände zwischen den einzelnen Samen in Fächer getheilt und zerfällt bei der Reife in einsamige, nicht aufspringende Glieder. Die Frucht von

Aesculus (Fig. 99) ist eine „saftige Kapsel“ (Sachs), deren Fruchthülle nicht verholzt und mit 3 Klappen aufspringt.

B. Spaltfrüchte (Schizokarpium), welche bei der Reife parallel der Axe der Frucht oder auch transversal in einsamige Theilfrüchte (Merikarpium) zerfallen, die sich nicht weiter öffnen, und deren Frucht-



Fig. 295. Piridium a geschlossen, b geöffnet mit centralständigem Samenträger und Same c, d von Anagallis arvensis.



Fig. 296. a Schizokarpium des Spitzahorns (nat. Gr.); b dasselbe, die Theilfrüchte sich lösend: α die Columella; c Einzelfrucht im Profil von der Innenseite (Commissur).



Fig. 297. a, b Achänium von Centaurea cyanus; c ein Pappus-Haar vgr.



Fig. 298. a, b Achänium von Cirsium oleraceum mit gefiedertem, am Grunde zu einem Ringe (c) verwachsenen Pappus.

hülle den Samen fest umschließt. Sie sind bald ober- bald unterständig, ihre Verbindungsfläche wird Commissura und ihre Einzelfrüchte werden Nüßchen (Nuculae) oder Körner (Cocci) oder Clausen genannt (Acerineen [Fig. 296], Rubiaceen, Geraniaceen, Tropäoleen, Malvaceen, Labiaten, Borragineen). Bei den Pflanzen

der beiden zuletzt genannten Familien besteht die Frucht aus zwei Fruchtblättern, die sowohl mit ihren Rändern, als mit ihren Mittelrippen unter einander verwachsen sind, so daß sich dieselbe bei der Reife in vier Nüßchen (Clausen) trennt. Die auch hierher gehörende Fruchtform der Umbelliferen hat man doppelte Schließfrucht (Diplachaenium) genannt; sie ist unterständig und spaltet sich in zwei Theilfrüchtchen (Mericarpia).

C. Schließfrüchte (Achaenia), d. h. nicht aufspringende, ober- oder unterständige Fruchtformen, mit verholzter oder lederartiger Hülle, die gewöhnlich von vorn herein oder durch Fehlschlagen einfächerig und



Fig. 299. a—c Achänien von Taraxacum officinale mit gestieltem Pappus; d Pappushaar (vgr.).

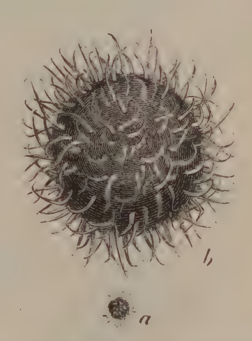


Fig. 300. Langhakig-stachliche Achänie von Asperula odorata. b vgr.

einsamig sind und, wenn sie mehrfächerig sind, bei der Reife nicht in einzelne Theile zerfallen. Hierher gehören:

1) Die einfache Schließfrucht (Achaenium) ist unterständig, einfächerig und einsamig, bisweilen von einer Haarkrone (Pappus [Fig. 297; 298; 299]) gekrönt (Compositae), mit stachligen oder hakigen Fortsätzen (Fig. 300), mit einem Hautrande (Fig. 301) besetzt.

2) Die Kornfrucht (Karyopsis) ist oberständig, einfächerig und einsamig, und hat eine dünnhäutige Fruchthülle, welche sich eng an den Samen anschließt, z. B. Gräser, Scheingräser.

3) Die Nuß (Nux) ist oberständig mit holziger oder beinharter Fruchthülle, aus einem oder mehreren Fruchtblättern gebildet,

ursprünglich oder durch Fehlschlagen einfächerig. Eine mehrfächerige 1- oder mehrsamige Nuß (Carcerulus) ist die Frucht der Linde. Zuweilen finden sich auch in einer Blüthe mehrere getrennte (Ranunculaceen) oder zusammenhangende (Magnolia) einsamige Nüsse, deren jede aus einem Fruchtblatte besteht, und welche mitunter noch den ausgewachsenen Griffel als Haarschopf tragen (Clematis [Fig. 260]).

4) Die Flügelfrucht (Samara) ist eine oberständige ein- oder zweifächerige Nuß mit seitlichen Hautflügeln (Ulmus [Fig. 302], Fraxinus, Betula [Fig. 303], Theilfrucht von Acer [Fig. 296]).

5) Der Schlauch oder die Hautfrucht (Utriculus), eine einfächerige, 1—2samige, oberständige Frucht, deren Fruchthülle sich nicht eng an den Samen anschließt, z. B. Chenopodium.

D. Beerenfrüchte (Baccae). Schließfrüchte, bei denen die inneren Schichten der Fruchthülle saftig und fleischig sind, oft bis zur Auflösung in ein saftreiches Zellenfruchtfleisch (Pulpa), während die äußeren Schichten derber, zuweilen selbst holzig organisirt sind (Lagenaria).

1) Die Beere (Bacca) besteht bald nur aus einem Fruchtblatte (Bacca monokarpica) (Berberis [Fig. 304], Ribes), bald aus mehreren (Bacca composita) (Vitis), und ist dabei entweder oberständig (Bacca supera) (Berberis) oder unterständig (Bacca infera) (Ribes [Fig. 232]). Manchmal finden sich auch mehrere zusammenhangende Beeren in einer Blüthe (Rubus). Die Dattelfrucht ist eine einsamige, die Kaffeefrucht (Fig. 305) eine zweisamige trockenhäutige Beere. Auch der Granatapfel (Balausta) von Punica granatum stellt eine vielkammerige und vielsamige Beere dar.

2) Die Orangenfrucht (Hesperidium) der „Hesperiden“ (Citrone, Pomeranze, Apelsine) ist eine oberständige, mehrfächerige Beere, mit lederartiger Schale und fleischiger Innenschicht des Mesokarps, welches in die zahlreichen Fruchtfächer saftige Fortsätze einstülpt.

3) Die Kürbisfrucht (Pepo) ist eine Beere, bei welcher die Samenträger falsche Scheidewände bilden, die bis zur Mitte der Fruchthöhle reichen, hier sich spalten und, indem sich die Hälften von je zwei Samenträgern an einander legen und eine Strecke weit mit einander verlaufen, wieder bis zum Samenträger an der Wand der Fruchthöhle zurückkehren, so daß die durch die falschen Scheidewände gebildeten drei Fächer nochmals durch falsche Scheidewände getheilt werden, welche an den in die secundären Fächer eingebogenen freien Rändern die Samen tragen (Cucurbitaceae).

E. Die Steinfrucht (Drupa), welche u. a. der Familie der Amygdaleen



Fig. 301. a—c biforme Achänien von Cichorium intybus mit häutigem Rande; d und e keimend.



Fig. 302. a Flügelfrucht von Ulmus campestris (nat. Gr.); b keimend; f Flügel g Frucht; r Radicula.



Fig. 303. a, b Flügelfrucht von Betula alba. c, d Deckschuppen.

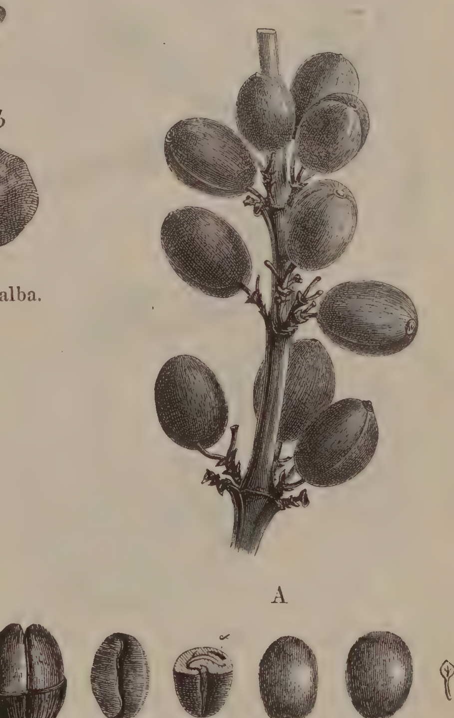




Fig. 304. a Fruchtzweig von Berberis vulgaris mit hangenden Beeren; a zweisamige Beere im Längsschnitt: α ein reifer, β Rudiment eines zweiten abortirten Steines; c Stein im Längsschnitt: α Hülle, β Endosperm, γ aufrechter Embryo.



Fig. 305. A Fruchtstand von Coffea arabica (nat. Gr.). B a zweisamige Beere, theilweise der Fruchthülle beraubt, Same vom eingetrockneten Arillus ganz eingeschlossen; b Same von der Innenseite; c Same mit Embryo (α) quer durchschnitten; d von der Außenseite: α Mikropyle; e durch Kali gequellt mit vorgeschobener Radicula (α); f der isolirte Embryo.

(Drupaceen), Mandeln, Kirschen, Pflaumen, Pfirsichen, sowie mancher Palmen angehört, ist eine 1- oder 2fächerige Frucht, bei welcher sich die beiden Schichten des Mesokarpes verschieden entwickelt haben, indem die äußere Schicht ein saftiges Fleisch, die innere einen holzigen harten Steinkern darstellt, welcher den dünnhäutigen Samen umschließt; sie besteht entweder nur aus einem Fruchtblatte (Prunus [Fig. 271]), oder aus zwei Fruchtblättern (Drupa composita) (die Olive [Fig. 306]); ist entweder oberständig (Dr. supera) (Prunus, Celtis [Fig. 280])



Fig. 306. A Fruchtstand von Olea europaea mit a reifen Früchten ($^1/_2$ nat. Gr.). B Blüthe (vgr.) a Kelch; b Pistill. C Fruchtlängsschnitt: a Fleischhülle; b Stein.



Fig. 307. a Fruchtstand von Cornus mascula (nat. Gr.): δ gemeinsamer (4blättr.) Hüllkelch; b Fruchtlängsschnitt mit zwei Samen (γ), β Fruchtknotenhöhle, α Fruchthülle; c Fruchtquerschnitt.

oder unterständig (Dr. infera) (Cornus [Fig. 307]). Die Frucht der Wallnuß (Juglans regia [Fig. 308]), der Hickory-Nuß (Carya [Fig. 309]) gehören dem Formenkreise der Steinfrüchte an mit der Modification, daß die fleischige Außenpartie der Fruchtwand aufspringt und eine holzige Innenpartie, welche den Samen umschließt, entblößt. Bei Juglans wird die letztere von dem aufquellenden Samen in zwei vorgezeichneten Klappen aus einander getrieben, bei Carya

reißt die Nuß in zufälliger Längsspaltung auf. Bei einigen Arten von Juglans (nigra) springt die Außenwand nicht auf.

II. Bedeckte oder Scheinfrüchte (Fructus spurius), an deren Bildung außer dem Fruchtknoten auch andere Blüthentheile Antheil nehmen.

A. Einzelfrüchte, welche aus einzelnen Blüthen hervorgehen.

1) Viele Achänien (Erdbeere) oder echte Beeren (Rubus) sind in den fleischig gewordenen Fruchtträger eingesenkt.

2) Die Hagebutte (Cynosbatum). Der Fruchtboden wird fleischig und umschließt in seiner Höhlung zahlreiche freie, einsamige, mit steifen Borsten besetzte Nüßchen (Rosa [Fig. 185]).



Fig. 308. A Nuß von Juglans regia; B Embryo: a Radicula; b Kotyledon; C derselbe im Längsschnitt; D Embryo.



Fig. 309. A Vierklappige Frucht von Carya tomentosa; B Nuß: α Dehiscenz.

3) Die Apfelfrucht (Pomum). Die fleischige Scheibe ist fest mit den in einer Reihe liegenden Fruchtknoten verwachsen. Die einzelnen Früchtchen bilden entweder knorpelige Fächer (Pyrus), oder stellen harte Steinkerne dar, so daß die Frucht steinfrucht-artig erscheint, z. B. Mespilus (Fig. 252), Crataegus, oder sie werden von einer sehr dünnen und weichen, kaum sichtbaren Haut gebildet, so daß die Frucht beerenartig wird, z. B. Sorbus, Aronia.

4) Die fleischig gewordene Blüthenhülle umgiebt die fleischartige Frucht, z. B. Hippophaë.

5) Eichelfrucht (Glans). Eine oder mehrere Achänien (Nüsse) werden an ihrer Basis von einem „Fruchtbecher" (Cupula) umgeben, Quercus (Fig. 202), Fagus (Fig. 199; 310), Castanea (Fig. 203). Die Eichelfrucht ist in der Regel einsamig durch Fehlschlagen des größten Theils der in Mehrzahl vorhandenen Samenknospen. Bei der Eiche umschließt die Cupula einen Fruchtknoten, bei der Buche zwei, bei der Kastanie drei. Als unechte Cupula bezeichnet man die der Hasel (Fig. 311), der Hainbuche (Fig. 261) und der Hopfenbuche (Ostrya).



Fig. 310. Abnorm verdoppelte (achttheilige) Cupula von Fagus sylvatica.



Fig. 311. Cupula u. Glans von Corylus colurna (nat. Gr.).

B. Fruchtstände, d. h. mehrere Früchte, welche verschiedenen Blüthen angehören, sind zu einer Fruchtform vereinigt.

1) Feigenfrucht (Syconus). Der zu einer becherförmigen fleischigen Scheibe emporgewölbte Fruchtboden schließt die Früchtchen (echte Steinfrüchte), sammt ihren Blüthendecken und Fruchtstielchen, vollständig in ihrer Höhlung ein (Ficus [Fig. 239]).

2) Die Früchtchen sind in den fleischig gewordenen gemeinschaftlichen Blüthenboden eingesenkt (Platanus).

3) Die von fleischigen Deckblättern und Blüthenhüllen umgebenen Scheinbeeren bilden einen gemeinsamen Fruchtkörper (Morus [Fig. 285], Ananas).

Organisation der Kryptogamen.

Die Kryptogamen (Plantae kryptogamae) unterscheiden sich von den Phanerogamen wesentlich dadurch, daß sich bei ersteren keine Blüthen in dem Sinne, wie wir solche bei den Phanerogamen kennen gelernt haben, entwickeln,

daß daher auch kein Same mit Embryo an der Mutterpflanze zur Ausbildung gelangt, welcher sich beim Keimen zum vollständigen Individuum entwickelt; sondern daß die geschlechtliche Fortpflanzung, welche auch hier, neben der individuellen Vermehrung, stattfindet, durch Sporenzellen erfolgt, welche von der Mutterpflanze getrennt auf passender Unterlage zu einem vollständigen neuen Organismus auswachsen. Es kann daher bei den Kryptogamen weder von einem eigentlichen Keime, noch von Keimblättern die Rede sein, weshalb man sie auch keimblattlose Pflanzen (Akotyledoneae) nennt. Beim Keimen der Spore bildet sich häufig zunächst ein fädiges oder lappiges, von der Mutterpflanze verschiedenes Gewebe, der Vorkeim (Proembryo et Prothallus), welches stets gefäßlos ist und aus welchem erst die eigentliche sporentragende Pflanze hervorgeht. Es findet sonach ein ausgesprochener Generationswechsel statt. Das fruchtreife kryptogamische Individuum besteht seinerseits entweder ausschließlich aus Zellen, oder es kommen auch Gefäßbündel zur Ausbildung, wenngleich dieselben bisweilen nicht Gefäße im eigentlichen Sinne enthalten, sondern nur aus sehr langgestreckten Zellen bestehen. Hiernach zerfallen die Kryptogamen in zwei Abtheilungen, nämlich: Zellen-Kryptogamen oder eigentliche Zellenpflanzen (Plantae cellulares) und Gefäß-Kryptogamen, auch Halbgefäßpflanzen (Kryptogamae vasculares s. Plantae semivasculares).

Zellen-Kryptogamen. — Bei den Zellen-Kryptogamen, mit Ausnahme einiger Algen, kann man echte Wurzel, Stengel und Blätter als getrennte Organe nicht unterscheiden, sondern die Pflanze bildet einen gleichartigen Vegetationskörper (Thallus), an welchem die Fortpflanzungsorgane, nämlich die Sporenzellen, zur Entwicklung gelangen. Nur hier und da bemerkt man haar- oder schuppenförmige, den Wurzeln analoge Organe, sogenannte Haftfasern (Rhizinen). Man hat daher diese Pflanzen auch Lagerpflanzen (Thallophyta) genannt, zum Unterschied von den Axenpflanzen (Kormophyta), bei welchen fast ausnahmslos eine deutliche Axe vorhanden ist. In den Thallophyten ist keine Andeutung einer in bestimmter Richtung vor sich gehenden Stoffleitung durch bestimmt angeordnete langgestreckte Zellen, oder Gefäßbündel gegeben. Es gehören hierher die Chlorophyll führenden Algen und die chlorophyllfreien Pilze.

Algen. — Bei den Algen repräsentirt in seltenen Fällen die Fortpflanzungszelle zugleich die Gesammtpflanze (Protococcus). Gemeiniglich bildet sich aus ersterer zunächst eine Summe vegetativer Zellen, welche, auf mannichfaltigste Weise angeordnet, die Algenpflanze (Frons) darstellen. Die Gestalten, welche die Algen darbieten, sind von äußerst verschiedenem äußerem Umriß und innerem Arrangement der Fäden; aufsteigend von den einzelligen Körpern der Diatomeen, faden- und flächenförmigen Gebilden, den Einschachtelungskugeln (Volvox), den in eine aus verschleimten Zellwänden gebildete Gallertmasse eingebetteten rosenkranzartigen Zellschnüren (Nostoc) zu den hochorganisirten Gewebskörpern der Fucus-, Laminaria-, Sargassum- u. a. Arten von Meeresalgen. Ihre meist lebhafte Farbe ist vorherrschend grün, bisweilen blaugrün, olivenfarbig, braun, roth. Da auch den braun und roth gefärbten Algen Chlorophyll nicht mangelt, vermögen sie

selbstständig Kohlenstoff zu assimiliren. Die Algen bewohnen in der Mehrzahl Wasser oder feuchte Substrate (Baumrinden, Felsen rc.); manche Arten leben symbiotisch[1]) mit anderen Pflanzen in gegenseitiger Förderung zusammen. Zellschnüre einer Alge aus der Familie der Nostocaceen finden sich ausnahmslos in jeder der Höhlungen an der Blattspitze der fast über die ganze Erde verbreiteten Arten von Azolla[2]), einer Salviniacee. Eine andere Fadenalge, Nostoc Gunnerae Reinke,[3]) vegetirt in ähnlicher Weise im Parenchym einer höheren dikotyledonischen Pflanze, Gunnera scabra, aus der Familie der Halorageen. Auch in den großen mit Löchern versehenen Blattzellen des spitzblättrigen Torfmooses, Sphagnum acutifolium, fand Janczewski[4]) manchmal Nostoc-Colonien, welche einen Theil oder den ganzen Raum der Zelle erfüllen. Ferner wurde von Schenk[5]) die Gunnera-Nostochacee in den Wurzelrinden von Cycadeen, andere in Florideen (Kny) und in Lemna (Cohn) rc. vegetirend aufgefunden. Von größter Bedeutung aber ist das Vorkommen von Algen im Thallus der Flechten. Letztere große Classe des Gewächsreichs ist seit den bahnbrechenden Untersuchungen Schwendener's geradezu als eine Association bestimmter Pilzarten (Askomyceten) mit einer, wohl auch zwei bestimmten Algenarten anerkannt worden (s. u.). Selbstständig vermöchte der Pilz der Flechte nicht zu leben. Von dem echten „Parasitismus" unterscheiden sich die erwähnten Formen symbiotischen Zusammenlebens von Algen mit anderen Gewächsen durch die zerstörenden Wirkungen, welche der Parasit auf seinen Wirth ausübt. Echt parasitische Algen sind bis jetzt wenige bekannt, doch mehrt sich ihre Anzahl. Eine von Jul. Kühn[6]) beschriebene Alge Phoma Hennebergii schädigt Spelzen und Körner der Weizenpflanze.

Für fast alle Gruppen der Algen ist seit N. Pringsheim's grundlegenden Beobachtungen eine geschlechtliche Fortpflanzung nachgewiesen. Die männlichen Befruchtungsorgane (Antheridium) sowohl, als die weiblichen (Archegonium s. Oogonium) sind aber noch höchst einfach und bestehen nur aus einer Zelle. Jene enthalten entweder nur einen größeren oder mehrere kleine bewegliche, meist mit zwei oder mehreren Wimpern (Cilien) besetzte, hautlose, länglich runde Protoplasmakörperchen (Spermatozoiden), welche nach ihrer Befreiung in den auch noch von keiner festen Membran umkleideten Inhalt (die Befruchtungskugel oder Oosphäre) des Oogoniums eindringen und darin aufgehen. Nach diesem Acte umgiebt sich die Befruchtungskugel meist mit einer festen Zellmembran und wird zur Oospore. Bei den Fucaceen sind die Archegonien in besonderen Höhlungen des Laubes entweder mit den Antheridien oder getrennt von diesen eingeschlossen. Die durch die Befruchtung gebildete Spore überwintert und entwickelt sich im nächsten Frühjahr entweder zu einer neuen Pflanze (Vaucheria, Volvox), oder es entsteht aus ihr ein vielzelliges Gewebe, welches später eben so viele „Schwärmsporen"

---

1) A. de Bary: Ueber Symbiose, Vortrag in der 51. Naturforscherverf. zu Cassel, 1875.
2) Ed. Straßburger: Ueber Azolla. Leipzig 1873.
3) Botanische Zeitung **30** (1872).
4) ibid. S. 82.
5) ibid. S. 750.
6) Landw. Verf.-Stat. **21** (1878), 193.

entläßt (Coleochaete), oder es bilden sich in der einfachen Spore erst zur Zeit der Keimung vier Schwärmsporen (Bulbochaete). Immer aber überwintert die Pflanze durch auf geschlechtlichem Wege entstandene Sporen, während sie im Sommer sich auf ungeschlechtlichem Wege vermehrt. Bei manchen Algen (Zygnema, Diatomeen) erfolgt die geschlechtliche Fortpflanzung durch die Vereinigung gleichartiger Gebilde (Conjugation), indem entweder die einzelligen Pflanzen sich durch kurze nur zu diesem Zwecke getriebene Fortsätze verbinden; oder es vereinigen sich, bei mehrzelligen Algen (Zygnema), mehrere Zellen eines Individuums mit eben so vielen eines anderen, worauf der körnige Inhalt der mit einander verbundenen Zellen zu einem kugligen Ballen verschmilzt, sich mit einer Zellmembran umkleidet und so eine Ueberwinterungsspore darstellt. Bei den (rothen) Florideen ist der geschlechtliche Befruchtungsvorgang neben Organen ungeschlechtlicher Fortpflanzung (Tetrasporen) beobachtet. An ihnen finden sich, manchmal auf besonderen Individuen, in den Thallus eingesenkte Kapselfrüchte (Sporenhaufen oder Cystokarpien), welche zahlreiche Sporen enthalten. Das Cystokarp entsteht erst in Folge der Befruchtung eines eigenthümlichen Organes, des Trichophors, welches haarähnliche, die in besonderen Antheridien gebildeten Spermatozoiden auffangende Schläuche (Trichogyne) erzeugt. Bei den Characeen oder Armleuchtern endlich stellen die Antheridien kuglige, lebhaft gefärbte Organe dar, welche die Spermatozoiden in Form schraubenförmig gewundener Schwärmfäden enthalten, während die Oogonien größere längliche Organe darstellen, die auf ihrem zugänglichen Grunde die durch Einwirkung der Spermatozoiden zur Entwicklung gelangende Eizelle enthalten, welche dann unmittelbar die junge Pflanze hervorbringt.

Pilze (Fungi). — Bei den Pilzen entwickelt sich aus der Fortpflanzungszelle, von den einfachsten Formen (Hefepilzen, Chytridineen) abgesehen, ein meist flockiges, aus fadenförmig aneinander gereihten Zellen (Hyphen) bestehendes Gewebe (Mycelium), welches den Vegetationskörper oder Thallus des Pilzes darstellt. Auch der zusammengesetzte Körper der großen sogenannten „Schwämme" ist als eine Colonie vielverzweigter und verschlungener Pilzfäden, früher Filzgewebe (Tela contexta) genannt, anzusprechen; nur in einigen Fällen besteht der Thallus der Schwämme aus einem dem Gewebe der höheren Gewächse ähnlichen Scheinparenchym (Pseudoparenchym de Bary[1])), und einigen niederen Organismen (Hefepilze, Chytrideen).

Das Mycelium ist der Nahrung aufnehmende Theil des Pilzthallus. Da der letztere des Chlorophylls, und damit zugleich der Fähigkeit entbehrt, den Kohlenstoff der Kohlensäure zu assimiliren (auch kein Stärkemehl bildet), so müssen die Pilze den Kohlenstoff in der Form organischer Verbindungen aufnehmen. Je nachdem eine Pilzgattung die Zersetzungsproducte abgestorbener Organismen ausbeutet oder auf lebenden Organismen (Pflanzen oder Thieren) ihren Kohlen=

---

[1]) A. de Bary, Morphologie und Physiologie der Pilze, Flechten und Myxomyceten. Leipzig 1866.

oder Stickstoffbedarf bezieht, wird sie als Fäulnißbewohner (Saprophyt de Bary, Pseudoparasit Hofmeister) bezeichnet. Das Mycelium der Pilze ist von sehr verschiedenem Gefüge der Hyphen. In der Mehrzahl verlaufen letztere isolirt oder in lockerer Verbindung, bisweilen mit Saugorganen (Haustorien) besetzt, welche entweder nur auf der Oberfläche der Nährpflanze verlaufen (Erysiphe [Fig. 312]) oder die Membran der Epidermiszellen durchbohren (Fig. 313). Bald vereinigen sie sich zu dichten, starken, braunen, wurzelähnlichen Strängen, den Rhizomorphen, oder sind zu häutigen Lagern verflochten (Mykoderma), oder zu festeren, leder- oder holzartigen Gebilden, dem Xylostroma in faulenden Holzstämmen. Manche Pilzgattungen erzeugen ein Dauergewebe (Sklerotium) aus vielfach verschlungenen, zu einem soliden, knollenförmigen Körper gestalteten Hyphen, welcher erst nach einer gewissen Ruheperiode sich weiter bildet.

Die Fortpflanzung der Pilze erfolgt auf geschlechtlichem Wege, durch ungeschlechtliche Vermehrung oder durch Copulation. Aus dem Mycelium entwickeln

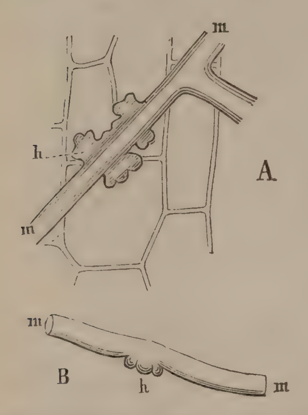


Fig. 312. Erysiphe (Oidium) Tuckeri Berk. (nach de Bary). A Stück eines Mycelfadens (mm) auf der Außenfläche der Epidermis einer Weinbeere kriechend, mit dem Haustorium h befestigt, von außen gesehen. B frei präparirtes Fadenstück mit Haustorium (h) von der Seite gesehen (Vgr. 570).

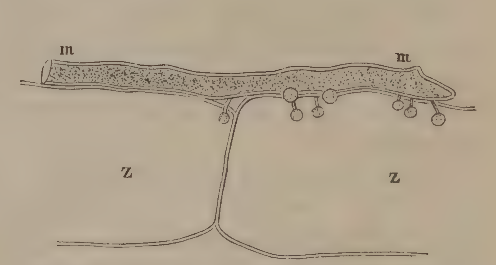


Fig. 313. Cystopus candidus (nach de Bary). Haustorien des Pilzfadens mm durchbohren die Zellen des Markes von Lepidium sativum (Vgr. 390).

sich die Fruchtträger der Pilze: entweder einzelne Fruchtfäden oder zusammengesetzte Fruchtkörper, sowie, bei gewissen Gattungen, die Organe geschlechtlicher Fortpflanzung. Bei gehemmter Fructification breitet sich das Mycelium oft zu äußerst massenhaftem „Schimmel" aus. Die Fruchtfäden (Fruchthyphen) der Pilze erzeugen aus ihrer Endzelle, sowie aus der der Aeste, die Sporenmutterzelle oder einzelne Sporen. Die Fruchtkörper (Hüte, Peridien, Stromata) sind bisweilen, namentlich bei den Hutpilzen, so massig und augenfällig entwickelt, daß nicht selten das Mycelium, aus welchem sie entsprossen, übersehen und der Hut für die Gesammtpflanze genommen wird.

Die Fruchtkörper unterscheidet A. de Bary, ein zuverlässiger Führer im Gebiete der Pilzkunde, ihrem Bau, ihrer Entwicklungs- und Wachsthumsweise nach in vier Gruppen, nämlich:

1. Nacktfrüchtige (gymnokarpe) Fruchtkörper, deren Sporenschicht (Hymenium) sich auf der freien Oberfläche des Trägers entwickelt, ohne von einer besonderen, dem Pilze selbst angehörenden Hülle oder Decke eingeschlossen zu sein. Diese Gruppe umfaßt die größte Mehrzahl der Fruchtträger. 2. Fruchtträger mit beschleierten Hymenomyceten, bei welchen eine in der Jugend geschlossene, später durchrissene Hülle (Schleier, Velum) entweder, wie beim Fliegenschwamm (Amanita muscaria), den ganzen Fruchtträger, einschließlich des Scheitels umgiebt (Velum universale s. Volva), oder, wie bei Agaricus campestris, nur den Hutrand und Stiel (Velum partiale). Oft wird das Velum, mit der Entfaltung des Hutes, in unregelmäßige dem Hutrande anhangende hinfällige Fetzen zerrissen, welche Schleier (Velum im engeren Sinne) oder Vorhang (Cortina) genannt werden; oder es löst sich am Hutrande ab und bleibt als häutiger Ring (Annulus) am



Fig. 314. Agaricus melleus (Hallimasch), verschiedene Entwicklungsstufen in nat. Gr.; m Mycelium; h Hut; r Ring; l Sporen tragende Lamellen.

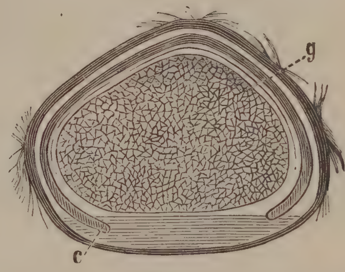


Fig. 315. Geaster hygrometricum, fast reif, im Längsdurchschnitt (nach de Bary), wenig vergrößert, g die Gleba, deren Scheitel von reifenden Sporen etwas dunkler; c Collenchymschicht.

Stiele des Pilzes haften (Fig. 314). 3. Fruchtträger der Gastromyceten und Tuberaceen. Dies sind sackähnliche, geschlossene Behälter (Peridium), welche zahlreiche fruchtbildende Kammern (Gleba) umschließen (Lykoperdon, Bovista, Geaster u. a.). Der Fruchtkörper trocknet zur Reifezeit der Sporen aus, die zarten Stiele der letzteren (das Hymenium) zerfallen, und das Sporenpulver wird von einer wolligen aus stärkeren Hyphen gebildeten Masse, dem Haargeflecht oder Capillitium, vollständig durchsetzt. Bei Geaster hygrometricus (Fig. 315) bildet das Capillitium ein zusammenhangendes Netz. Die knollenförmigen Frucht-

körper der Tuberaceen oder Trüffelpilze sitzen entweder mit einer deutlichen Basalpartie dem Mycelium auf, oder sind in der Jugend von demselben eingehüllt. Zur Reifezeit ist das Mycelium verschwunden und der Fruchtkörper liegt frei im Boden. Den Pyrenomyceten endlich sind Perithecien als Fruchtkörper charakteristisch: nach außen geöffnete Hohlräume, welche die Sporenschläuche enthalten.

Werden die Fortpflanzungszellen (Sporae) der Pilze selbst durch freie Zellbildung erzeugt, so heißt die Sporenmutterzelle Ascus, Theca oder Sporenschlauch; entstehen die Sporen durch Abschnürung, so heißen die Mutterzellen Basidien (Fig. 316). Sporangien nennt man diejenigen Sporenmutterzellen, in welchen durch Zelltheilung oder wandständige Zellbildung die Sporen gebildet werden.

Auch die Sporen selbst werden je nach ihrer Gestalt, Entstehungsweise, Function mit verschiedenen Namen belegt. Sind dieselben selbstständig —



Fig. 316. Basidien mit Akrosporen und Sterigmen von Corticium amorphum (nach A. de Bary).

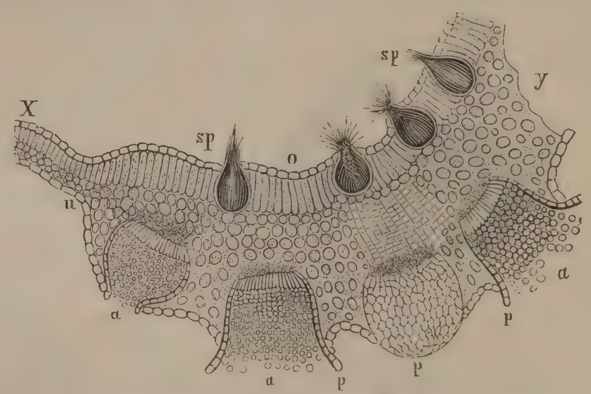


Fig. 317. Blattquerschnitt von Berberis vulgaris mit Spermogonien (sp) auf der Oberseite (o) und Aecidium Berberidis (a) auf der Unterseite (u); p die Peridie des Aecidiums (bei x die natürliche Dicke des Blattes, bei y abnorme Verdickung) (nach J. Sachs).

durch schwingende Cilien —, beweglich, so heißen sie Schwärmsporen oder Zoosporen. Die gipfelständigen, durch Abschnürung an Basidien erzeugten Sporen nennt man Akrosporen oder Ektosporen, und das pfriemenförmige Stielchen, welches die akrogene Spore trägt, das Sterigma (Fig. 315). Sporen, welche in Askis, im Innern von Perithecien erzeugt werden, bezeichnet man (nach Tulasne) als Askosporen, Thekasporen, Endosporen, zur Unterscheidung von den akrogen erzeugten Konidien (Keimkörnern) und Stylosporen, deren erstere auf fadenförmigen Trägern direct vom Mycelium oder von der Oberfläche eines Fruchtkörpers (Stroma), letztere im Innern besonderer Behälter (Piknideu) entstehen.

Geschlechtlich verschiedene Organe hat man an den niedrigsten Pilzen (den Schizomyceten) noch nicht nachzuweisen vermocht, wohl aber mit voller Bestimmt-

heit an verschiedenen höheren Pilzformen aus der Gruppe der Phykomyceten (Saprolegnien, Peronosporeen, Mukorineen) und Askomyceten; vermuthet werden solche bei den Uredineen. Als „Teleutosporen" (Fig. 318 t) bezeichnet man, nach de Bary, eine Sporenart, welche bei Uredineen am Ende der Entwickungsreihe (im Spätherbst) entstehen, sich durch Dickwandigkeit auszeichnen, von den Sterigmen sich spontan ablösen und nach der Winterruhe sich weiter entwickeln. Auch kommt in einigen Fällen eine der geschlechtlichen Fortpflanzung ähnliche Copulation vor. Die weiblichen (Oogonien) und männlichen Geschlechtsorgane (Antheridien) sind bald monöcisch, bald diöcisch repartirt. Erstere erzeugen in sich die Befruchtungskugeln, indem das Protoplasma sich in mehr oder minder zahlreiche Portionen theilt, welche membranlos bleiben, bis unter dem Einfluß der aus den Antheri-

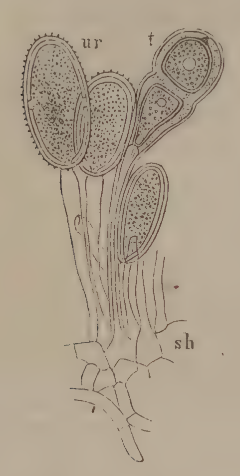


Fig. 318. Dünner Schnitt durch ein Sporenlager (sh) von Puccinia graminis Tul. (nach de Bary). ur Uredo-Sporen, mit 4 Keimporen im Aequator; t Teleutosporen, mit einem Keimporus im Scheitel.

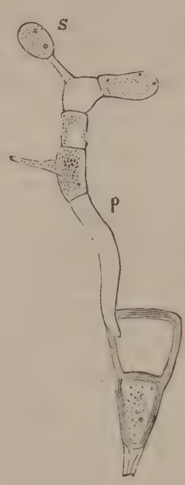


Fig. 319. Teleutosporen von Puccinia straminis Fuckel. (nach de Bary). Die Gipfelspore ist gekeimt und hat den Vorkeim p erzeugt; s Sporidie.

dien hervorgehenden „Samenkörperchen" (Spermatozoiden) aus der nackten Befruchtungskugel die mit einer derben, doppelten Membran (Episporium und Endosporium) umgebene Oospore wird, welche nach längerer Ruhezeit zu keimen vermag. Nicht selten tritt an einer und derselben Pilzspecies constant eine Mehrheit von Fortpflanzungsorganen auf, ein Verhalten, das durch den Ausdruck „Pleomorphie" bezeichnet wird. Dieser Formwechsel der Pilzsporen ist in einer Reihe von Fällen an bestimmte Entwicklungsstufen des Pilzes, in einer Art von Generationswechsel, geknüpft. Sind die verschiedenen Generationsstufen einer Pilzart mit ihren ebenso verschiedenen Reproductionsorganen auf eine Nährpflanze beschränkt, so heißt der Pilz autöcisch (de Bary). Bewohnen die einzelnen Entwicklungsformen eines Pilzes und ihre typischen Reproductionsorgane verschiedene Nährpflanzen, so heißt der Pilz heteröcisch (Uredineen oder Aecidio-

myceten. Zur Veranschaulichung der Heteröcie diene das Verhältniß des auf Berberis vulgaris schmarotzenden Becherpilzes Aecidium Berberidis zu dem Weizenrostpilz Puccinia graminis. Das Mycelium des genannten Rostpilzes erzeugt während des Sommers fortdauernd Sporen (Konidien), welche auf dichtgedrängten Basidien aus dem Blatte hervorbrechen (Fig. 318 ur) und auf Grasblättern immer neue Mycelien zu erzeugen vermögen. Gegen das Ende der Vegetation bilden sich in dem Fruchtlager anders gebildete, dickwandige Sporen (Wintersporen, Teleutosporen). Diese keimen erst nach der Winterruhe zu einem Promycelium aus, welches auf dünnen Stielen 3 bis 4 Sporidien erzeugt (Fig. 319). Die Keimfäden der letzteren vermögen nicht in Grasblätter, sondern nur in die Blätter von Berberis vulgaris, und zwar direct durch die Membran der Epidermiszellen einzudringen und in dem Blatte ein Mycelium zu erzeugen, welches eine Anschwellung des Blattparenchyms hervorruft, und an der Oberseite Spermogonien, an der Unterseite aber (etwas später) orangefarbene Aecidien erzeugt. Die Spermogonien (Fig. 317 sp), in das Blatt eingesenkte länglich runde Gebilde, enthalten an ihrem Grunde kurze Hyphenzweige, deren Gipfel die kleinen sporenähnlichen Spermatien abschnürt, welche männliche Sexualorgane zu sein scheinen. Zugleich aber ragt aus der Höhlung des Spermogoniums ein Büschel langer, dünner, steifer Fäden hervor. Das Aecidium ist im jugendlichen Zustande ein geschlossener, von einer Hyphenhülle umschlossener Körper, eine „Peridie", welche die Blattepidermis durchbrechend sich eröffnet und als kleiner „Becher" erscheint; zahlreiche Aecidien pflegen in einem Fruchtlager vereinigt zu sein. Auf dem Grunde des Bechers findet sich ein Hymenium, dessen Hyphen fortdauernd in dicht gedrängten Zeilen anfangs polyedrische, schließlich rundliche Sporen abschnürt. Diese Aecidiensporen keimen nicht auf dem Berberis-Blatte, sondern lediglich auf Grasblättern, wo ihr Keimfaden in eine Spaltöffnung eindringend zu erneuter Bildung des Fruchtlagers der Puccinia graminis Anlaß giebt.[1]) So ist der Kreislauf mit vier Arten von Fortpflanzungskörpern geschlossen. Die Hauptform ist die Winterspore, nach welcher überhaupt der Gesammtpilz benannt zu werden pflegt. Von den übrigen Uredineen (Aecidiomyceten) ist der Generationswechsel zum Theil gleichfalls vollständig bekannt. Von einigen forstlich wichtigen Parasiten dieser Familie kennt man theils nur die Uredo- oder Teleutosporen-, theils die Aecidienform. Einige der wichtigsten dieser Pilze sind folgende.

Uredoform (Wintersporen):	Nährpflanze:	Aecidienform:	Nährpflanze:
Puccinia graminis .	Weizen, Roggen 2c.	Aecidium Berberidi	Berberis
„ coronata .	Hafer, Gerste 2c.	Aec. Rhamni	Rhamnus frangula und cathartica
„ straminis	Getreide, Gräser 2c.	Aec. Asperifolii . .	Anchusa, Lykopsis
Chrysomyxa Rhododendri	Rhodod. ferrugineum 2c.	Aec. abietinum. . .	Fichtenzapfen

[1]) Im Königreich Preußen ist der Anbau der Berberitze in 100 m Entfernung von bebauten Ackerflächen verboten.

Uredoform (Wintersporen):	Nährpflanze:	Aecidienform:	Nährpflanze:
Coleosporium senecionis	Senecio vulgaris, sylvaticus, viscosus, saracenicus, nemorensis	Aec. (Peridermium) Pini corticola . . Aec. (Peridermium) Pini acicola . . .	Kiefernäste Kiefernnadeln
Caeoma[1]) pinitorquum A. Br.	junge Kiefern	?	?
„ Abietis pectinatæ Reess	—	?	?
„ Laricis R. Htg.	Lärchen-Nadeln.	?	?
Chrysomyxa Abietis	diesj. Fichtennadeln	?	?
Gymnosporangium fuscum Dec. .	Rinde von Juniperus Sabina und virginiana	Roestelia cancellata Rbnst. .	Blätter von Pyrus communis
„ clavariaeforme Oerst.	Aeste von Juniperus communis	„ penicillata	Blätter von Mespilus germanica, Sorbus Aria, Crataegus, Pyrus malus 2c.
„ conicum Oerst.	dgl.	„ cornuta Pers. . .	Blätter von Sorbus aucuparia, torminalis, Amelanchier vulgaris
?	—	Aec. elatinum A. u. S.	Nadeln und Zweige von Abies pectinata
?	—	„ conorum Piceae Rss. . .	Picea vulgaris Lk.
?	—	„ columnare A. u. S.	Abies pectinata Dec.
?	—	„ coruscans Fr. .	Picea vulgaris Lk.
?	—	„ strobilinum Rss.	Fichtenzapfen

Die Flechten (Lichenes). — Diese Pflanzenclasse ist von Schwendener[2]) zurückgeführt worden auf Pilzformen aus der Abtheilung der Schlauchpilze (Askomyceten), welche auf Algen (zumeist Chroolepideen und Palmellaceen) nicht eigentlich schmarotzen, wohl aber sie umwachsend in gegenseitiger Förderung mit ihnen zusammenleben; eine Combination, bei welcher der Pilz in der Mehrzahl der Fälle die weitaus größte Masse des Flechtenkörpers ausmacht, auch den Mineralstoffbedarf aus dem Boden herbeischafft, die von ihm eingeschlossene chlorophyllhaltige Alge aber, vermöge ihrer Fähigkeit der Kohlensäure-Zersetzung, das organische Material für das Wachsthum beider erzeugt. Nur durch solche Vereinigung bestimmter Pilzpflänzchen mit bestimmten Algenformen kommt ein Flechten-

---

[1]) Caeoma ist eine Uredoform ohne bekannte Teleutosporen.

[2]) S. Schwendener: Untersuchungen über den Flechtenthallus (in Nägeli's Beiträge zur wissenschaftlichen Botanik IV. [1868] 180). — Vergl. Flora 1872, S. 161. 177. 193. 225. — A. de Bary, Morphologie und Physiologie der Pilze, Flechten und Myxomyceten.

thallus überhaupt zu Stande, während die Alge auch außer dieser Verbindung fortzuleben vermag. Die von dem Pilze eingeschlossenen Algen, früher Gonidia (Keimkörnchen) genannt, sind entweder gleichmäßig, ohne erkennbare Ordnung, durch den Flechtenthallus zerstreut: homöomerischer Thallus, oder auf bestimmte Schichten, als Schnüre, Ketten rc. beschränkt: heteromerischer Thallus (Fig. 320 a). Die grünen Algen werden sichtbar, wenn die Rindenschicht der Flechte durch

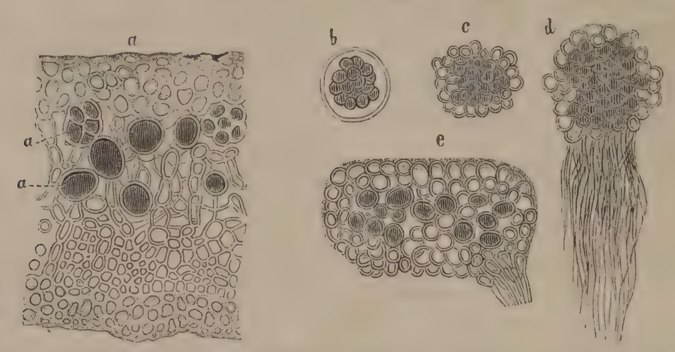


Fig. 320. a Durchschnitt des jungen Thallus von Physcia parietina: α Gonidien (die Alge); b ein in viele Tochterzellen getheiltes Gonidium; c Soredium mit parenchymatischer Hülle; d ein größeres Soredium mit Haftfasern; e Durchschnitt eines zum Thallus gewordenen Srediums, mit einer Haftfaser (nach Schwendener) (Vgr. 500).



Fig. 321. A Graphis scripta. Thallus mit (a) Gonidien. — B Peltigera canina. a Fruchtkörper auf Podetien; r Rhizinen. — C Thallus-Unterseite von Parmelia parietina: a Apothecien (nat. Gr.).

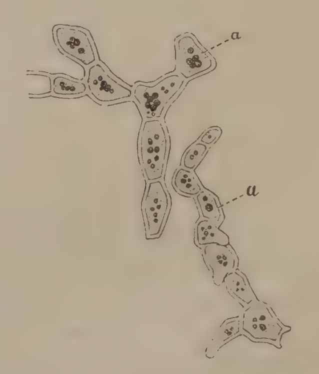


Fig. 322. Gonidienketten von Graphis scripta (nach de Bary) (Vgr. 390). a braunrothe Oeltröpfchen.

Wassereinsaugung durchscheinend wird; hierauf beruht das Ergrünen mancher weißgefärbten Flechten nach einem Regen. An der Unterseite des Flechtenkörpers treten oft unregelmäßige Bündel von Filzgeweben hervor und dienen als Haftscheiben (Rhizinen [Fig. 320 d, e; 321 B]) zu Befestigungen der Unterlage. Der Flechtenthallus ist entweder 1) krustenförmig, mit sehr unregelmäßigem Umriß (Graphis [Fig. 321 A; 322] u. a. „Krustenflechten" an Baumrinden), oder 2) laubförmig,

der Unterlage angedrückt, oder nur mit einer centralen Haftscheibe an derselben befestigt (Laubflechten: Parmelia [Fig. 321 C]), oder 3) strauchförmig, indem die Zellmasse sich erhebt und vielfach verästelte Fäden und Bänder bildet (Strauchflechten: Usnea [Fig. 323], Cetraria), oder 4) gallertförmig (Gallertflechten: Collema). Er vermag bis zur Staubtrockene zu verdorren, ohne seine Lebenskraft bei nachmaliger Wiederbefeuchtung eingebüßt zu haben. Zusammenballungen von Gonidien, welche von Pilzhyphen umschlossen sind (Fig. 320 c) und aus dem Thallus hervortreten, werden „Soredien“ genannt; sie wachsen, frei geworden, zu einem neuen Flechtenthallus heran (d, e), dienen mithin der ungeschlechtlichen Vermehrung. Auch die geschlechtliche Fortpflanzung fehlt den Flechten nicht; sie wird durch Sporen vermittelt, welche in Schläuchen (Aski) eines besonderen Fruchtkörpers erzeugt werden. Die Sporenschläuche des Fruchtkörpers pflegen untermischt zu sein mit sterilen Hyphen (Saftfäden [Paraphyses]). Bei einigen Flechten bleibt der Fruchtkörper geschlossen (Perithecium); bei anderen bricht derselbe durch die Oberfläche hervor und breitet sich linien-, scheiben- oder schüsselförmig aus (Apothecium [Fig. 321 B a; C a]); dabei hebt sich ein Theil der oberen Fläche der Pflanze mit in die Höhe und erscheint als Lagerrand (Excipulum thallodes), und wenn dieser Theil noch stärker auswächst, so erhebt sich die Sporenfrucht auf einem längeren oder kürzeren Stielchen (Podetium). Bei den meisten Flechten bleiben die Sporenhüllen lange geschlossen, bei einigen reißen sie aber auch sehr früh auf, und dann liegen die Sporen frei auf der Sporenfrucht.



Fig. 323. Usnea barbata. t Thallus; a Oberseite, b Unterseite des Fruchtkörpers.

Die Befruchtung der Flechtensporen erfolgt mit hoher Wahrscheinlichkeit durch die in besonderen Höhlungen des Thallus (Spermogonien) erzeugten Spermatien, welche auf zahlreichen Sterigmen abgeschnürt und nach Außen entlassen, die männlichen Befruchtungsorgane zu bilden scheinen.

Organisation der Muscineen.

Die Leber- und Laubmoose erzeugen noch keine echten Wurzeln und Fibrovasalstränge im Stamm und Blatt; ein unterscheidbarer Kreis langgestreckter Zellen vertritt die Stelle der letzteren, Trichombildungen, mit denen die Unterseite reich besetzt ist, die Stelle der Wurzeln. Bei den niedersten Formen der Gruppe

ist selbst die Stammaxe nur entweder ein wirklicher Thallus, ohne Blätter, oder doch thallusförmig ausgebreitet und mit kleinen Blattschüppchen besetzt (Musci frondosae). Die höheren Formen lassen Axe und Blätter deutlich unterscheiden (Musci foliosae).

Der Generationswechsel der Moose besteht in einer Succession geschlechtlicher und ungeschlechtlicher Bildungen. Erstere erzeugen die männlichen und weiblichen Sexualorgane (Antheridien ♂ und Archegonien ♀), letztere die Sporen. Aus der befruchteten Spore entwickelt sich zunächst ein Vorkeim, hier Protonema genannt, ein oft sehr unbedeutendes Fadengebilde, aus welchem an irgend einer Stelle, durch seitliche Sprossung (seltener direct aus der Spore), ein grünes beblättertes Stämmchen, die eigentliche Moospflanze, erwächst. Diese trägt die bald monöcisch, bald diöcisch gruppirten Geschlechtsorgane: Antheridien (♂) mit Spermatozoiden, Archegonien (♀) mit Eizellen. Aus der Eizelle entwickelt sich die Mooskapsel (Sporogonium Sachs), das Sporen bildende Organ der ungeschlechtlichen Fortpflanzung.

Die Lebermoose (Hepaticae). — Der Stengel der Lebermoose, der niedersten Typen dieser Gruppe, bietet zwei Hauptformen dar. Entweder ist er flach, bandartig ausgebreitet, mit rudimentären oder keinen Blättern; oder er ist rundlich, führt als Andeutung der Gefäßbündel einen geschlossenen Kreis länger gestreckter, theils engerer und dickwandiger, theils weiterer und sehr dünnwandiger Zellen (Gefäßbündelkreis), welcher die eingeschlossene Parenchymmasse, das Mark, von der äußeren, der Rinde, trennt, trägt in diesem Falle immer Blätter, und ist meist niederliegend. Die erste Stengelform ist entweder zum Theil fadenförmig und erst am Ende flach ausgebreitet, oder ganz und gar flach; in beiden Fällen ist sie oft gabelig, „dichotomisch", getheilt oder fingerförmig, seltener gefiedert. Das äußere Parenchym des Stengels ist oft von einer Oberhaut mit einfachen Spaltöffnungen bedeckt, welche nach Leitgeb durch Auseinanderweichen von vier oder mehr Epidermiszellen und nachherige Theilung derselben parallel der Oberfläche entstehen. Die Blätter bestehen aus einer einfachen Zellenschicht und sind sehr mannigfaltig gestaltet, in ihren Achseln treten Knospen auf, und dadurch Verästelungen, die häufig dem Stengel ein gefiedertes Ansehen geben. Zuweilen bilden sich einzelne Zellen der Pflanze zu kleinen zelligen Körperchen um, die oft von einer eigenthümlichen halbmond-, becher- oder flaschenförmigen Erhebung der oberen Zellenschicht umgeben sind, z. B. Marchantia, und sich, von der Mutterpflanze getrennt, selbstständig zu neuen Pflanzen fortbilden. Man hat diese vegetativen Fortpflanzungsorgane Brutknospen (Gemmae prolificae s. propagula) genannt. Mit diesen dürfen die Staubzellen (Cellulae prolificae), welche sich an den Rändern und Spitzen mancher Lebermoosen, z. B. Jungermannia graveolens, finden und vielleicht auch Vermehrungsorgane darstellen, nicht verwechselt werden; sie bestehen nur aus einer oder sehr wenigen Zellen und stellen gleichsam aus ihrem natürlichen Verbande gelöste Randzellen des Blattes dar.

Bei den Lebermoosen sind die weiblichen Fortpflanzungsorgane, d. h. diejenigen, aus welchen die sporenbildende Generation hervorgeht, von Hüllen

(Involucrum) umgeben, welche aus von den übrigen Blättern verschiedenen Blättern gebildet sind; letztere sind theils frei, theils an ihrer Basis verwachsen, und bilden so eine „Blüthe“. Diese „Blüthen“ stehen bei den meisten Lebermoosen einzeln, bei vielen mit flachen Stengeln, dagegen sind sie auch auf eine bestimmte Weise zusammengruppirt, so daß sie einen Blüthenstand bilden, an welchem man dann die Spindel (Rachis) unterscheidet, die bald einfach, bald knopfförmig ausgedehnt ist, oder auch schirm= oder scheibenförmig und dann meist gelappt erscheint, und um welche die einzelnen Blüthen meist in der Art gereiht sind, daß sie ein Köpfchen bilden. Die Blüthen umschließen die Fruchtanfänge (Archegonia), welche mit sogenannten Saftfäden (Paraphyses) untermischt sind, und aus einer Hülle und einem Kerne, der Eizelle bestehen. Bei der weiteren Entwickelung zerreißt die Hülle in der Regel oben, und der sich nach und nach zur Sporenfrucht ausbildende Kern tritt aus derselben hervor; nur selten reißt sie unterhalb der Spitze ab und wird als Mützchen in die Höhe gehoben, oder bleibt ganz geschlossen. Der untere Theil des Kernes entwickelt sich fast immer zum Träger (Seta), während der obere zur eigentlichen Sporenfrucht wird, indem das innere Zellgewebe sich meist ganz und gar zu zwei verschiedenen Zellenformen umbildet, nämlich zu Mutterzellen der Sporen, die später resorbirt werden, und zu den sogenannten Schleudern (Elateres). Die Sporen entwickeln sich immer zu vier in jeder Mutterzelle und sind von den äußeren Verdickungsschichten umgrenzt, da ihre primäre Zellmembran schon während der Sporenbildung wieder aufgelöst wird. Die Schleudern sind langgestreckte, spindelförmige Zellen, die 1—3 spiralig gewundene Verdickungsbänder enthalten, und bald lose zwischen den Sporen vorkommen, bald am Mittelsäulchen, bald am Rande, an der Spitze, oder auf der inneren Fläche der Kernwand festhaften, seltener ganz fehlen. Nur selten bleibt von dem inneren Zellgewebe des Kernes ein längeres oder kürzeres Mittelsäulchen stehen. Die Antheridien bestehen aus einem Stiele, der länger oder kürzer ist, oder auch ganz fehlt, und einem oberen stets kugeligen oder eiförmigen Theile; nur selten sind dieselben von einer eigenen Blätterhülle umgeben, doch drängen sich am Ende des Stengels oft mehrere Blätter dichter zusammen, tragen in ihren Achseln Antheridien und bilden so ein Kätzchen. Bei den Lebermoosen mit flachen Stengeln sind die Antheridien stets in eine nach außen geöffnete Höhle der Stengelsubstanz eingesenkt, und bald auf der ganzen Fläche zerstreut, bald nehmen sie nur einen bestimmten Theil des Stengels ein, der sich dann in Form einer Scheibe erhebt, oder sogar schildförmig, gestielt, und dann oft am Rande gekerbt, gelappt 2c. erscheint.

Laubmoose (Musci). — Der Stengel ist wie der rundliche Stengel der Lebermoose gebildet; die Blätter sind stets einfach, und bestehen aus einer einfachen Lage von Parenchymzellen, welche zuweilen von wirklichen Löchern durchbrochen (Sphagnum) und von einem Nerv durchzogen ist, der entweder nur aus einigen Lagen etwas länger gestreckter Zellen, oder aus zwei Bündeln langgestreckter sehr dickwandiger Zellen, oder aus einem förmlichen Gefäßbündel besteht. Der Kapselstiel (Seta) besteht aus ähnlichen Elementen, wie der Stengel, nur sind die Zellen

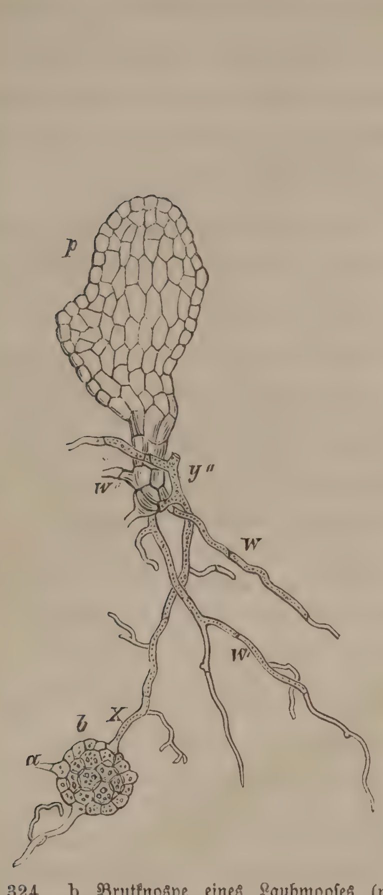


Fig. 324. b Brutknospe eines Laubmooses (nach J. Sachs); a deren (abgerissener) Stiel; x—y'' fadenförmiges Protonema, aus einer Randzelle der Brutknospe hervorgewachsen; p ein Flächengebilde, welches aus dem Protonemafaden gebildet, Wurzelhaare (w w' w'') getrieben hat und später Blattknospen erzeugt (Vgr. 100).



Fig. 325. Polytrichum commune, Widerthon (a—c nat. Gr.). a Kapselstiel; b dgl. ohne Haube; c reife Kapsel (Mundbesatz mit 64 Zähnen); d Blatt vergr.

gewöhnlich dünner und länger, und die Oberhaut desselben führt an einzelnen Stellen vollkommene Spaltöffnungen. In den Blattachseln bilden sich meist kleine Knöspchen, durch welche der Stengel sich verästelt. Vom ersten Erscheinen des Stengels an bilden sich bei ihm, besonders häufig neben den Blättern, mehr oder weniger zahlreich längere oder kürzere Fäden aus cylindrischen Zellen, Haftfasern (Rhizinae), die man unten Haarwurzeln (Radices capillatae) oder Wurzelfäden,

oben, besonders zwischen den Fortpflanzungsorganen, Saftfäden (Paraphyses) genannt hat; übrigens geht die junge Pflanze selbst nach unten unmittelbar aus dem Vorkeim hervor, so daß also eine wahre Wurzel, als morphologischer Gegensatz des Stengels, hier nicht vorhanden ist. Zuweilen entwickeln sich sogar solche Haftfasern aus den Blattzellen. Häufig beginnen, wie bei den Lebermoosen, einzelne Zellen sowohl des Stengels, als der Blätter einen selbstständigen Zellenbildungsproceß, aus welchem zellige Körperchen hervorgehen, die sich von der Pflanze ablösen und als „Brutknospen“ zu einer neuen Pflanze ausbilden können. Bei der Entwickelung derselben geht aber der Anlage der ersten beblätterten Axe meist die Bildung eines conservenähnlichen Vorkeimes voraus (Fig. 324).

Die Fruchtanfänge (Archegonia) oder Fruchtkeime (Germina) der Laubmoose stehen bald an der Spitze des Stengels (Fig. 325), bald seitlich (Fig. 326), und sind von mehreren gewöhnlich schmäleren und etwas abweichend geformten Blättern und vielen Saftfäden umgeben. Die Fruchtanlage selbst stellt ein kürzeres oder längeres ellipsoidisches, am Grunde stielförmig verdünntes Körperchen dar, und besteht aus der Hülle, welche nach oben in ein am Ende trichterförmig erweitertes Fädchen ausläuft, und dem von ersterer umschlossenen, ringsum freien und an der Basis befestigten Kerne (Nucleus), welcher aus einem zartwandigen, gleichförmigen und bildungsfähigen, von einfachem Epithelium umschlossenen Zellgewebe gebildet ist. Bei der Entwicklung der Fruchtkapsel reißt die Hülle am Grunde ab, und wird von dem sich erhebenden Kerne als Mützchen (Kalyptra) in die Höhe gehoben (Fig. 325), verwelkt und bleibt so kürzere oder längere Zeit auf der Sporenfrucht hangen, durch deren Ausdehnung bisweilen seitlich aufspaltend. Fast immer bleibt ein Stückchen der Hülle an der Basis des Kernes zurück, und dieses in Verbindung mit der sich entwickelnden Stengelspitze bildet eine kleine Scheide (Vaginula) um die Basis des Sporogoniums. Das Zellgewebe des Kernes entwickelt sich auf dreifache Weise; der untere Theil streckt sich sehr in die Länge, und bildet die sogenannte Borste (Seta), welche sich nach oben, zuweilen zu einem scharf abgesetzten Ansatze (Apophysis) verdickt; der mittlere Theil bildet die mehr oder minder becherförmige Mooskapsel oder Büchse (Theca), in deren Mitte sich das Säulchen (Columella) erhebt. Die äußere Wand dieser Kapsel besteht aus der Oberhaut, auf welche einige Lagen eines zartwandigen, dicht gedrängten Zellgewebes folgen, welche die Außenhaut (Membrana externa) bilden, und aus der Innenhaut (Membrana interna). Zwischen Kapselwand und Mittelsäulchen liegt ein zartzelliges Gewebe, in dessen Zellen sich je vier Sporen entwickeln, worauf die Mutterzellen resorbirt werden, und daher die Sporen frei in der Kapsel liegen.



Fig. 326. Hypnum loreum, Astmoos mit Fruchtkapsel (nat Gr.).

Auch bei den Sporen der Laubmoose wird schon während ihrer Bildung die primäre Zellmembran wieder aufgelöst, so daß die äußeren Verdickungsschichten an ihre Stelle treten. Der obere Theil des Kernes endlich bildet sich zu so verschiedenartigen Zellenmassen aus, daß sich dieselben beim Austrocknen von einander trennen. Der oberste Theil besteht aus festerem Zellgewebe, und trennt sich als ein oft zugespitztes oder geschnäbeltes Deckelchen (Operculum); zwischen ihm und der Büchse löst sich bei den meisten Moosen eine ringförmige Lage als Ring (Annulus) ab. Das Ende des Säulchens, welches sich bis in die Spitze des Deckelchens fortsetzt, erscheint nach dem Abfallen des Deckelchens zuweilen als eine Scheibe, welche die ganze Oeffnung der Kapsel (Stoma) verschließt. Endlich bildet sich das zwischen dem Ende des Mittelsäulchens und dem Deckelchen noch übrige Zellgewebe zu einem eigenem, sehr hygroskopischen Gewebe aus, das sich auf mannigfaltige Weise trennt, und den sogenannten Mundbesatz (Peristomium) bildet. Derselbe besteht nach außen aus 4—64 spitz zulaufenden Zähnen (Dentes), zwischen welchen nach innen sich häufig noch breitere Fortsätze (Processus) und schmälere Wimpern (Cilia] befinden; zuweilen bleibt aber auch die innere sowohl, als die äußere Schicht zu einer zusammenhangenden Membran verbunden. Die Antheridien sind von einer ähnlichen Blätterhülle, wie die Fruchtanlagen, dem Mooskelche (Perichaetium), umgeben, oder kommen zuweilen auch gleichzeitig mit Fruchtanlagen in derselben Blüthe vor. Dieselben erscheinen im frühesten Zustande als kleine, ellipsoidische, länger oder kürzer gestielte, zellige Körperchen mit einer trüben, undurchsichtigen Stelle im Inneren. Später unterscheidet man eine einfache Zellenlage, welche eine große Centralzelle umschließt, die mit einem trüben Bildungsstoffe erfüllt ist, aus welchem ein dichtes, zartwandiges, die ganze Centralzelle erfüllendes Zellgewebe hervorgeht. In jeder Zelle dieses Gewebes entwickelt sich dann ein Schwärmfaden von 2—3 Windungen, welcher bei völliger Ausbildung lose in der Zelle liegt, und unter Wasser eine rasche Bewegung um seine Axe zeigt, die er auch nach der Zerstörung der Zelle noch eine Zeit lang beibehält, und sich dadurch im Wasser fortbewegt.

Organisation der Gefäß-Kryptogamen. — Bei den Gefäß-Kryptogamen treten an dem sehr hinfälligen Vorkeime (Prothallium) die geschlechtlich differenten Organe auf: die Befruchtungskolben (Antheridia) und die Fruchtanfänge (Archegonia). Zuweilen kommen auch nur die letzteren vor, wie bei der Gattung Selaginella unter den Bärlappen. Die Antheridien sind mit einem Gewebe erfüllt, welches die Mutterzellen für die Befruchtungszellen bildet. Dies sind blasige, nicht von einer Membran umschlossene Zellen, deren Vorderende in einen langen, dünnen oder verbreiterten, spiralförmig gewundenen Fortsatz verlängert ist, welcher an seinem Ende einen ganzen Büschel von Flimmerhaaren trägt. Anfangs bilden diese Zellen sammt dem Fortsatze eine Spirale von 1½—3 Windungen, treten aber nach Auflösung der Membran der Mutterzelle heraus, wickeln sich schraubenförmig auf, und bewegen sich mit Hülfe der Flimmerhaare sehr rasch um ihre Axe; weshalb man diese Organe Schwärmfäden oder Samenfäden (Spermatozoidia) genannt hat. Ihre Bewegungen sind von viel längerer Dauer, als die der

Schwärmsporen. Die Archegonien sind zellige Röhren, auf deren Grunde sich die Mutterzelle der Eizelle befindet. Diese Eizelle oder Befruchtungskugel ist zur Zeit der Befruchtung noch von keiner Zellmembran umgeben, wird, indem die Schwärmfäden in sie eindringen und sich hier auflösen, zur weiteren Entwickelung befähigt, und bringt nun gleichsam eine zweite Generation, die Wedel und endlich Sporangien tragende (ungeschlechtliche) Pflanze hervor. Die Bestimmung dieser zweiten Generation ist die Bildung zahlreicher freier Fortpflanzungszellen, der Sporen, aus deren Keimung wieder die erste Generation hervorgeht, welche die sexuell verschiedenen Organe erzeugt. Die Mutterzellen der Sporen werden stets frühzeitig resorbirt, worauf die letzteren sich frei in einer Höhlung gewisser Zellgewebsportionen befinden, welche die Sporenfrüchte darstellen.

Die Farnkräuter, Equisetaceen, Lykopodiaceen tragen die geschlechtlich differenzirten Organe nur an dem Vorkeime. An den Farnkräutern hat Nägeli zuerst die Antheridien nachgewiesen; dieselben weichen von denen der Moose und Lebermoose nicht wesentlich ab. Die Knospen, aus welchen die beblätterten und sporentragenden Pflanzen hervorgehen, enthalten die Fruchtanlage (das Archegonium). Aehnliche Verhältnisse hat Hofmeister bei der Keimung der Equisetaceen und Lykopodiaceen aufgewiesen. Nur die durch die gegenseitige Einwirkung der Antheridien und Fruchtanlagen aus letzteren hervorgehende Pflanze, gleichsam die zweite Generation, ist beblättert und bringt Sporen hervor, aus welchen sich bei der Keimung stets zunächst wieder ein Vorkeim entwickelt.

Die Familien der Rhizokarpeen (Wurzelfarne) und Isoeteen, ferner einige der Lykopodiaceen (Selaginella, Bernhardia) angehörende Pflanzen sind heterospor, d. h. sie erzeugen zweierlei Sporen: kleine und große; innerhalb der großen (Makrosporen) entwickelt sich ein kleines, thallusartiges Keimpflänzchen (das Prothallium) mit vielen Archegonien, aber ohne Antheridien; aus den kleinen (Mikrosporen) gehen die befruchtenden Schwärmfäden hervor. Nach der Befruchtung wächst dann die Eizelle oder der Kern des Fruchtanfanges zum beblätterten und bewurzelten Stamme heran, welcher in verschiedenen Sporenfrüchten (Sporangien) wieder die beiderlei Sporen hervorbringt. Bei Isoëtes stehen die Sporangien einzeln auf der verbreiterten Basis der Blätter, und enthalten viele entweder kleine oder große Sporen. Bei den Rhizokarpeen werden immer mehrere Sporangien wieder von einer gemeinschaftlichen Hülle umschlossen, und bilden so einen Fruchtstand, welcher entweder in den Blattwinkeln (Pilularia), oder am Blattstiele (Marsilea quadrifolia), oder zwischen den Wurzelfasern (Salvinia) steht. Jeder Fruchtstand schließt entweder großsporige, oder kleinsporige Sporenfrüchte ein, von denen jene stets nur eine große Spore, diese aber bald nur eine (Salvinia), bald viele (Pilularia, Marsilea) kleine Sporen enthalten.

Bei den hierher gehörigen Lykopodiaceen sind die großen Sporen nur zu 2—3 (Bernhardia) oder zu 4 (Selaginella), die kleinen aber immer in größerer Zahl in den Sporenfrüchten enthalten; die großsporigen Sporangien stehen entweder zerstreut, oder sie nehmen den unteren Theil eines ährenförmigen Frucht=

standes ein, während sich am oberen Theile desselben nur kleinsporige Sporangien befinden (Selaginella helvetica).

Die übrigen Lykopodiaceen, namentlich der Gattung Lykopodium, sind isospor, d. h. erzeugen nur einerlei Sporen (das sogenannte Hexenmehl), welche in größerer Zahl in den Sporangien enthalten sind und einen Vorkeim mit Archegonien und Antheridien bilden. Die Sporangien entstehen bei allen Lykopodiaceen an der Basis der Blätter, theils zerstreut längs des ganzes Astes, theils bilden sie an dem Ende eines Astes einen eigenthümlichen kolben= oder ährenförmigen Fruchtstand, indem die Blätter, welche die Sporenfrüchte tragen, eine etwas andere Form annehmen und sich zusammendrängen. Unter dem Fruchtstande ist der Ast entweder auch mit ähnlichen Blättern weitläufig besetzt (L. clavatum), oder der Fruchtstand sitzt unmittelbar auf der Spitze eines mit unveränderten Blättern besetzten Astes (L. annotinum).

Bei den Farnkräutern bilden sich die Sporen fast immer in dem Gewebe eines echten Blattes, welches sich entweder ganz unverändert zeigt, oder sich durch Verkümmerung des Parenchyms neben dem Hauptnerven verschmälert. Ist das Blatt wenig oder gar nicht verändert, so bilden die Sporangien auf seinem Rücken oder Rande verschieden geformte und vertheilte Häufchen (Sori), die meist ganz oder theilweise von einer bestimmt geformten Falte der Oberhaut, dem Schleierchen (Indusium), bedeckt sind. Die einzelnen Sporangien sind gewöhnlich auf einem kurzen Stiele oder einem Leistchen befestigt, und entstehen auf folgende Weise. Aus dem Blattparenchym erhebt sich eine Zelle und sondert sich demnächst in eine cylindrische und eine kugelförmige, welche sich beide durch neue Zellenbildungen vergrößern, indem erstere zum Stiele, letztere zum Sporangium wird. In den inneren Zellen des letzteren bilden sich die Sporen, welche, nachdem sie sich mit einer eigenthümlichen warzigen oder faltigen Haut bekleidet haben (worauf die Mutterzellen bald resorbirt werden), frei in der Kapsel liegen. An der Kapselwand entwickelt sich eine horizontale Zone von Zellen, der Ring (Annulus), in der Art, daß sie beim Austrocknen das Aufreißen der Kapsel bewirkt. Bei den übrigen Farnkräutern bildet das spärlich, neben den Blattrippen sich ausbildende Parenchym in seinem Inneren Gruppen von Mutterzellen und Sporen, wodurch kugelige Kapseln entstehen, die auch zuweilen mittelst eines unvollkommenen Ringes aufspringen und die Sporen ausschütten (z. B. Ophioglossum, Osmunda etc.).

Die Equisetaceen tragen an der Spitze der oberirdischen Stengel oder ihrer Aeste einen eigenthümlichen zapfenförmigen Fruchtstand, gebildet aus mehreren dicht auf einander folgenden Blattquirlen. Die einzelnen Blätter desselben wandeln sich dabei in meist sechsseitige, in der Mitte auf einem Stiele befestigte Scheiben um, auf deren unterer und innerer Fläche sich 5 bis 7 Sporenfrüchte entwickeln. In jeder der inneren Zellen dieser Sporenfrüchte bildet sich eine kugelige Spore und zwei Spiralbänder oder Schleudern, welche letztere zur Zeit der Sporenreife die zarte Wand der Mutterzelle zerreißen, aber an der Spore kleben bleiben. Hierauf reißen die Sporenfrüchte in einer Längsspalte auf und lassen die Sporen heraus. Die Schleudern entstehen durch allmählige Spaltung aus der äußeren

Schicht der Wand der Specialmutterzelle. Bei einigen Equiseten, namentlich E. arvense, pratense und palustre, sind nach Hofmeister die Vorkeime ausgeprägt zweihäusig.

Die Farnkräuter erzeugen einen flachen, meist zweilappigen Vorkeim mit Haftfasern. An letzteren bildet sich die Fruchtanlage, welche sich nach unten zur Wurzel, nach oben zu Stengel und Blatt entwickelt (Fig. 327; 328). Die Wurzel ist der der Phanerogamen ähnlich gebildet, verästelt sich mannigfach, stirbt aber meist frühzeitig ab. Der Stengel streckt sich entweder zwischen zwei auf einander folgenden Blättern sehr in die Länge, und kriecht dann meist unter der Bodenfläche fort, so daß nur die Blätter über dem Boden erscheinen (z. B. Pteris aquilina), oder er dehnt sich zwischen je zwei aufeinanderfolgenden Blättern nicht bedeutend, in welchem Falle entweder die Wurzel und nachher der Stengel beständig von

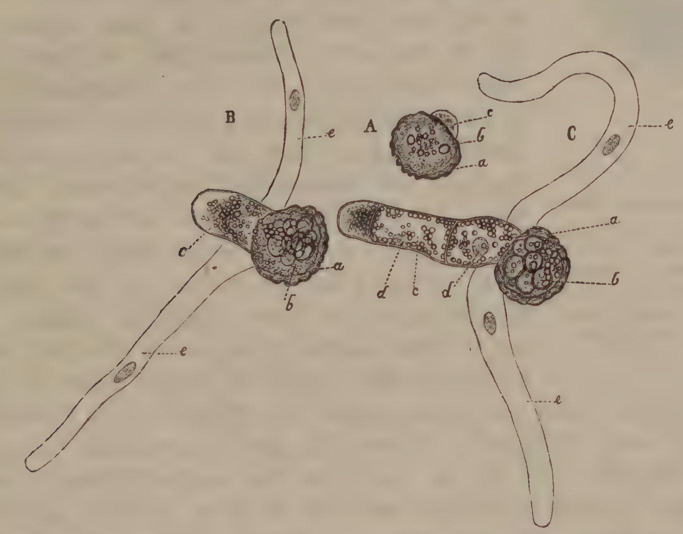


Fig. 327. Keimende Sporen (3 Entwicklungsstadien) von Polypodium vulgare. a Exosporium; b Endosporium; c Prothallium; d Zellkern; e Wurzelhaare.

unten her abstirbt, der Stengel sich nicht bedeutend über die Erde erhebt, und meist schief in derselben liegt (z. B. Aspidium filix mas); oder die Wurzel stirbt nicht ab, und der Stengel wächst meist zu einem ansehnlichen, 6—10 m hohen Stamme aus. Fast an allen Stengeln entstehen Adventivwurzeln, die zuweilen den Stamm mit einem dichten Flechtwerke bekleiden. Der Stengel besteht aus einer Parenchymmasse (Grundgewebe), welche von Gefäßbündeln durchzogen ist, und, wenn letztere in einem mehr oder weniger abgeschlossenen Kreise stehen, in Mark und Rinde unterschieden werden kann (Fig. 46). In ihrem senkrechten Verlaufe legen sich die Gefäßbündel abwechselnd seitlich an einander und bilden so ein Netz, von dessen Maschen oben Zweige der Bündel zu den Blättern und Aesten abgehen. Bei den baumartigen Farren verlaufen auch im Marke einzelne zerstreute Gefäßbündel, die

durch jene Maschen in die Blätter treten; auch verzweigen sich bei diesen die Gefäßbündel des Umfanges ähnlich wie bei den Monokotyledonen, was bei keiner anderen kryptogamischen Pflanze der Fall ist. Die Gefäßbündel sind häufig von innen nach außen flach gedrückt, bandförmig oder rinnenförmig, meist von einer Scheide sehr dickwandiger, langgestreckter und braun gefärbter Zellen umgeben (Fig. 46); auch treten Bündel auf, die nur aus solchen Zellen bestehen. Poröse Gefäße und Treppengefäße sind am häufigsten, doch kommen auch Schraubengefäße, namentlich in den Blattstielen, vor. Die Blätter, welche man gewöhnlich Wedel (Frons) nennt, sind meist gestielt, mannigfach und meist sehr zierlich vom Rande her tief eingeschnitten, aber nie zusammengesetzt, selten ungetheilt (Skolopendrium), und zeigen deutliche Nerven. Sie sind meist ohne Gliederung mit dem Stengel verbunden, weshalb sie, ohne abzufallen, von oben her bis auf die härteren Theile des Blattstieles absterben, und bestehen aus vielen Zellenschichten, welche zwei Lagen bilden, eine obere aus kurzen, cylindrischen und senkrecht gestellten Zellen, und eine untere aus lockerem, kugeligem und schwammförmigen Zellgewebe. Außerdem finden sich über und unter den aus Gefäßbündeln gebildeten Rippen nicht selten isolirte Bündel aus Bastzellen. Oben und unten sind die Blätter von einer wahren mit Spaltöffnungen versehenen Epidermis bedeckt. Blattachselknospen kommen im Ganzen nur selten vor, weshalb der Stengel meist einfach ist; dagegen kommt es zuweilen vor, daß einzelne Zellen oder Zellengruppen eines Blattes sich zu Knöllchen umbilden, die später selbstständig zu neuen Pflanzen heranwachsen. Die Blätter zeigen das Eigenthümliche, daß sie sowohl, als ihre einzelnen Abschnitte, vor ihrer vollkommenen Entwicklung schneckenförmig von der Spitze zur Basis eingerollt sind (Vernatio circinalis), und an der Spitze wachsen, indem sich die untersten Fiederblättchen zuerst entwickeln.

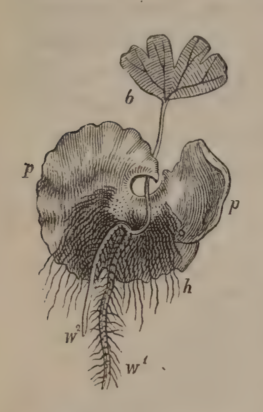


Fig. 328. Entwickeltes Prothallium (pp) von Adianthum capillum Veneris (nach J. Sachs). h Wurzelhaare des Vorkeims; b erstes Blatt des jungen Farnkrautes; w dessen erste Wurzeln.

Die Sporenzelle der Equisetaceen dehnt sich in einen Schlauch aus, an dessen Ende sich neue Zellen bilden, die allmählig eine mehrfach gelappte flache Ausbreitung einer einfachen Zellenlage darstellen, an welcher sich mehrere Zellen zu fadenförmigen Haftfasern ausdehnen; dies ist der Vorkeim. An diesem Vorkeime bildet sich die Fruchtanlage, welche sich nach unten zu Wurzeln, nach oben zu Stengel und Blättern entwickelt. Wurzel sowohl, als Hauptstengel, sterben aber bei den meisten Arten wahrscheinlich bald wieder ab, während sich aus den Axillarknospen der ersten Blätter Seitenäste entwickeln, die horizontal unter dem Boden fortlaufen, nie eine grüne Farbe annehmen, und deren weitere Seitenäste sich erst zum Theil vertical erheben, und über dem Boden erscheinen. Alle Stengel sind rund, meist gefurcht, und regelmäßig zwischen den auf einander folgenden Blattquirlen in die Länge gestreckt. Ueber dem Ursprunge der Blätter

sind die Stengel etwas zusammengezogen und brechen hier leicht ab, d. h. sie bilden Gelenke; die Blätter selbst sind klein, schuppenartig, stets in einen Quirl gestellt, und an der Basis in eine den Stengel eng umschließende Scheide verwachsen. Die Axillarknospen der oberirdischen Stengel brechen durch die Basis der Blätter hindurch, und bilden auch Quirle, seltener haben sie auch wieder Seitenäste. An den unterirdischen Stengeln strecken sich zuweilen einzelne Seitenäste nicht in die Länge, sondern schwellen zwischen je zwei Blattkreisen kugelig und fleischig an, und trennen sich dann leicht in ihre einzelnen Glieder und vom Stengel. Hinsichtlich des anatomischen Baues besteht der Stengel aus ziemlich lockerem Parenchym, welches durch einen Kreis von geschlossenen Gefäßbündeln in Mark und Rinde geschieden ist. Die äußeren Rindenzellen werden besonders an unterirdischen Stengeln allmählig dickwandiger und porös; im Inneren der Rinde, sowie in der Axe des Markes entstehen durch Zerreißung und Resorption des Zellgewebes Luftlücken. Die Gefäßbündel bestehen von innen nach außen aus Ring-, Schrauben- und porösen Gefäßen, und bei den gefurchten Stengeln liegen in den hervorspringenden Leisten Bündel dickwandiger, langgestreckter Zellen, die zuweilen eine ganze Schicht unter der Oberhaut des Stengels bilden. Unter den Gelenken bilden die Gefäßbündel einen ganz geschlossenen Kreis, von welchem Zweige zu den Blättern und Seitenästen abgehen; auch das Parenchym ist hier kleinzelliger und dichter. Die Blätter haben nach innen ein Gefäßbündel, nach außen ein Bastbündel, und zwischen beiden eine Luftlücke, welche durch Resorption eines Gefäßes entstanden zu sein scheint; ihre freien, unverwachsenen Enden sind meist nur aus zwei dünnen Zellenlagen gebildet, trocken und häutig. In der Mitte sind sie, wie die Stengel, mit einer sehr festen Oberhaut bekleidet, welche deutliche Spaltöffnungen zeigt, und in deren Zellwandungen viele Kieselerde abgelagert ist.

Die Lykopodiaceen zeigen beim Keimen eine echte Wurzel, und an der ausgebildeten Pflanze entwickelt der fast immer niederliegende und von unten nach oben absterbende Stengel in seiner ganzen Länge Adventivwurzeln, welche ähnlich, wie bei den Phanerogamen, gebildet sind. Der Stengel besteht aus einer ziemlich lockeren Parenchymmasse, durch welche sich ein centrales Gefäßbündel zieht, welches die Gefäße gewöhnlich in unregelmäßigen zerstreuten Strängen und Bändern enthält, und meist von einer Lage bräunlichen, dickwandigen Grundgewebes umgeben ist. Die für Blätter und Seitenäste abgehenden Gefäßbündel ziehen sich oft lang in schräger Richtung durch das Parenchym, indem sie sich weit unter der Stelle, an welcher das Blatt austritt, von dem Hauptbündel trennen. Die Blätter bestehen aus mehreren Lagen rundlichen Zellgewebes, mit einem Gefäßbündel als einfachem Mittelnerv: sie sind mit einer Oberhaut überzogen, welche auf beiden Seiten Spaltöffnungen hat. Die Blätter sind meist schmal, lanzettförmig, umgeben den Stengel rundum in dichten Schrauben, und aus ihren Achselknospen entwickeln sich die Zweige. Bei einigen Lykopodiaceen, z. B. L. Selago, bilden sich die Blattachselknospen zu fleischigen Zwiebelknospen um, welche sich, vom Stengel getrennt, zu neuen Pflanzen entwickeln.

Dritter Abschnitt.

Physiologie.

Die Physiologie der Pflanzen ist die Lehre von den Lebenserscheinungen der Gewächse. Sie hat zur Voraussetzung die Kenntniß des anatomischen Baues der Organe, auf denen diese Functionen beruhen. Das Object der Pflanzenphysiologie ist mithin die Thätigkeit der Pflanzenorgane, deren gegenseitige Wirkungen, ihre Wechselbeziehung zur Außenwelt, überhaupt alle jene Phänomene, welche uns als Merkmale, Ursachen und Wirkungen des Lebens der Pflanze erscheinen. Die Organe, in welchen vorzüglich die Lebensthätigkeit der Pflanze sich äußert, sind die Zellen. In der Membran und dem Lumen von Zellen bewegen sich Wasser, Gase, mineralische und organische Stoffe in verschiedenen Richtungen. Zellen sind die Bildungsstätten und Reservelocale fester und flüssiger Körper. Nur in vorhandenen Zellen geht die das Wachsthum und die Vermehrung der Pflanzen bedingende Neubildung von Zellen von Statten. Die Zeit der höchsten Lebensthätigkeit der Zellen ist ihre Jugend; durch das Alter, sowie durch Trockenheit wird dieselbe vermindert; wogegen Licht, Wärme, Elektricität, gewisse mechanische Einwirkungen (Insektenstiche) dieselbe erhöhen. Durch Insektenstiche, bei welchen allerdings chemische Einflüsse mitwirken mögen, werden mancherlei Auswüchse, Gallen, an den verschiedenen Organen der Pflanzen erzeugt; von Insekten angestochene Früchte reifen schneller (Caprification der Feigen) ꝛc. Hierher sind auch die Bewegungen zu rechnen, die man theils periodisch, theils in Folge zufälliger Erschütterungen und anderer rein mechanischen Einwirkungen an Blättern, Blattstielen, Staubblättern ꝛc. beobachtet, z. B. Mimosa pudica, Dionaea muscipula, Drosera, Berberis ꝛc.

Das Pflanzenleben bethätigt sich wesentlich in zwei Richtungen:

1) in Functionen zur Erhaltung des Individuums: Ernährung;
2) in Functionen zur Erhaltung der Gattung: Fortpflanzung.

Von der Ernährung der Pflanze.

1. Die Nährstoffe.

Als pflanzliche „Nährstoffe“ können, wenn nicht Wortstreit beliebt wird, lediglich diejenigen chemischen Elemente bezeichnet werden, denen im Lebensproceß der Pflanze eine wesentliche Function obliegt, in der Art, daß ohne sie das Gewächs eine normalmäßige Ausgestaltung nicht erzielen kann.

In früherer Zeit wurde für die Erörterung der vorliegenden Frage hauptsächlich die chemische Analyse der Pflanzenaschen in Anspruch genommen. Man

hielt sich überzeugt, daß das constante Vorkommen gewisser Mineralstoffe im vegetabilischen Organismus nicht zufällig sei, sondern einem Postulat der Vegetation entspreche. Wenn demnach in allen darauf untersuchten Pflanzen neben ihren verbrennlichen Constituenten, den „Organogenen“: Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff, (Schwefel) ausnahmslos auch Kalium, Natrium, Magnesium, Eisen, Chlor, Phosphor, Silicium, wenngleich in verschiedenen, für die einzelnen Gattungen und Organe charakteristischen, Relationen gefunden wurden, so glaubte man hierin einen Fingerzeig bezüglich der Auswahl und Düngung des Culturbodens erblicken zu sollen. Die Unterscheidung von Kali-, Kalk-, Kieselerde-Pflanzen beruht wesentlich auf diesem analytischen Gesichtspunkte, in gewissem Grade auch die Unterscheidung der bodensteten, bodenholden und bodenvagen Pflanzen, bei welchen jedoch die physikalischen Verhältnisse des Bodens den Ausschlag geben dürften.

Dieser Gesichtspunkt ist heute aufgegeben. Die chemische Thatsache des Vorkommens eines Stoffes in den Pflanzen ist allein nicht entscheidend für die Nothwendigkeit desselben selbst, wo ein Element so massenhaft auftritt, wie das Silicium in Cerealien und Schachtelhalmen, das Jod in Meeresalgen, Mangan in manchen Holzaschen, Natrium in Seestrandsgewächsen; geschweige wo nur qualitativ nachweisbare Spuren (Lithium, Bor ꝛc.) vorgefunden werden. Die Pflanzenwurzel besitzt kein qualitatives Wahlvermögen. Sie nimmt alle löslichen Bestandtheile ihres Standortes in geringerer oder größerer Menge, event. als Ballast, in ihren Organismus auf. Eine sorgfältige Analyse findet überhaupt in den Pflanzen weit mehr Stoffe (in minimaler Dosis), als die gewöhnlichen Aschentabellen angeben. Hierbei ist der Boden von Einfluß, obschon die Pflanzenasche niemals ein Abbild der Bodenlösung darstellt: eher der Zellsaft. Selbst Gifte, wie Arsen, Blei, Zink, Lithium, Rubidium, deren Gegenwart im Zellsaft tödtliche oder doch nachtheilige Wirkungen hervorbringt, vermag sie nicht absolut abzuweisen. Die Strand- oder Salzpflanzen z. B. pflegen einen hohen Procentsatz von Kochsalz in ihrer Asche zu enthalten, ohne daß darum dieses Salz eine Bedingung ihres Gedeihens wäre; manche Strandpflanzen lassen sich in freudiger Ueppigkeit auf einem fruchtbaren, aber kochsalzarmen Boden erziehen[1]); ihre Aschen enthalten alsdann Minima von Kochsalz. Analoger Beurtheilung unterliegt die Kieselerde, welche in der Asche der Cerealien, je nach dem Gehalte des Standortes an der löslichen Modification dieses Elementes, sowie das Mangan, welches neben Eisen in äußerst schwankenden und oft recht hohen Mengen in manchen Pflanzen auftritt.

Einen höheren Grad von innerer Berechtigung beansprucht die Anschauung, welche in dem häufigen Zusammenvorkommen größerer Mengen eines Mineralstoffs mit gewissen pflanzlichen Producten: des Phosphors mit Proteinstoffen, des Kaliums mit Kohlenhydraten, des Eisens mit Chlorophyll ꝛc. mehr als Zufall erblickt.

Die Frage, ob ein im Pflanzenkörper analytisch gegebener Mineralstoff für

---

[1]) H. Hoffmann, über Kalk- und Salzpflanzen. Landw. Vers.-Stat. **13**, 269.

das Leben nothwendig, gleichgültig oder schädlich sei, bleibt demnach der inductiven Forschungsmethode mittelst des Vegetationsversuches zu erledigen vorbehalten.

Um die Rolle eines Mineralstoffs in der Pflanze mit Erfolg zu studiren, muß man sich eines den betreffenden Körper nicht enthaltenden Wurzelmediums bedienen, dem man denselben in beliebigen Quantitäten zusetzen, nach Befinden auch gänzlich oder doch in der Art vorenthalten kann, daß es einem vollkommenen Ausschluß nahezu gleichkommt. Reines Quarz- oder Bergkrystallpulver, gewaschener Sand, Infusorienerde, Glasperlen, Schwefelblumen ꝛc. sind für diesen Zweck mit mehr oder minder günstigem Erfolge angewandt worden, bequemer und exacter neuerdings die Methode der Wasserculturen. Wir halten die letztgenannte Culturmethode, welche seit ihrer Einführung durch J. Sachs so glücklich ausgebaut worden, keineswegs für die letzte Instanz in der Frage der Pflanzenernährung, wohl aber für eine Etappe, die einen Fortschritt enthält und sich ausleben muß. Schon hat die Durchsichtigkeit ihrer Resultate nach verschiedenen Richtungen hin Aufklärung und Anregung verbreitet.

Das Ergebniß von hundertfach variirten Versuchen ist dieses: daß die nachbenannten 10 chemischen Elemente:

Kalium, Calcium, Magnesium, Eisen, Phosphor, Schwefel, Chlor, Sauerstoff, Stickstoff und Wasserstoff

den Wurzeln sämmtlicher bislang geprüften Pflanzen genügendes Material darboten, ihre Entwicklung vom Samen bis zur Fruchtreife unter ausgiebiger Stoffbildung gesund zu vollziehen, daß aber von den genannten Elementen auch keins im Wurzelmedium fehlen darf, wenn nicht die Vegetation absolut stocken oder entschieden krankhafte Richtungen einschlagen soll.

Was zunächst die Mineralstoffe überhaupt für das Pflanzenleben bedeuten, ersieht man aus dem Wachsthum in reinem Sande oder Wasser. Setzt man ein Keimpflänzchen in destillirtes Wasser und hält es dunkel, so vegetirt dasselbe nur insoweit, als eine Metamorphose der im Samen aufgespeicherten organischen Reservestoffe es gestattet. Sind letztere consumirt, so stockt die Entwicklung gänzlich, oder es erfolgen äußerst dürftige und zögernde Neubildungen auf Kosten der absterbenden älteren. Läßt man unter gleichen Umständen die Vegetation im Lichte verlaufen, so findet zwar eine geringfügige Assimilation von Kohlenstoff statt, da die Mineralstoffe des Samen in Action treten; doch vermögen letztere die während des Wachsthums (durch Oxydation) zerstörte organische Substanz nicht vollkommen zu decken. Das Endgewicht der Pflanze, wenngleich etwas höher, als im Dunkelleben, ist dem Trockengewicht des Samen unterlegen. Das Gleiche gilt für Weidenzweige und Hyazinthenzwiebeln, welche in destillirtem Wasser austreibend lediglich auf Kosten der Reservestoffe Wurzeln, Blätter und event. Blüthen treiben. — Wird dem Wasser eine verdünnte Lösung der oben erwähnten chemischen Elemente in geeigneten Verbindungen zugefügt, so beginnt sofort ein Aufschwung der Vegetation, ein spontanes vegetatives Leben.

Der Umstand, daß keiner der zehn genannten Stoffe in der Nährstoffmischung fehlen darf, beweist unwidersprechlich, daß jedem derselben eine beson-

dere, unvertretbare Function im Organismus obliegt. Bezüglich dieser Function ist es nun leicht begreiflich, daß die sogenannten Organogene: Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff, welche mit dem aus anderer Quelle bezogenen Kohlenstoff verbunden die constituirenden Bestandtheile der organischen Körper bilden, in die Pflanzen eintreten müssen, da letztere nichts neu bilden kann. Auch der Schwefel und Phosphor, als integrirende Bestandtheile der Proteinstoffe, sowie das Eisen — nachdem Wiesner das Chlorophyll als eine organische Eisenverbindung nachgewiesen — werden selbstredend durch die Wurzel einzuführen sein, wenn ein Pflanzenwachsthum überhaupt möglich werden soll. Anders liegt die Sache in Bezug auf das Kali, den Kalk, die Magnesia und das Chlor, welche dennoch als unerläßlich für ein normales Wachsthum erkannt worden.

Das Verhalten der Pflanze in einer Nährstofflösung, welche eines der letztgenannten Stoffe entbehrt, muß über die Rolle, welche demselben zufällt, entscheiden.

Kalium. — Ohne Kalium[1]) ergrünt zwar die Pflanze, wächst aber über das Maß des vom Samen zugeschossenen Materials nicht wesentlich hinaus. Stamm und Blätter haben Miniaturform, die Pflanze verhält sich nahezu so, als wurzelte sie in destillirtem Wasser; es bleiben mithin auch die übrigen Mineralstoffe der Lösung gänzlich unwirksam. Späterer Zusatz von Chlorkalium ruft binnen zwei bis drei Tagen an der vielleicht seit Monaten ruhenden Pflanze eine progressiv sich steigernde Entwicklung hervor. Die mikroskopische Untersuchung hat erwiesen, daß das Chlorophyll ohne Anwesenheit von Kalium außer Stande ist, im Lichte Stärkemehl zu bilden.[2]) Die vom Samen her in die Blätter übergeführte kleine Menge desselben nimmt mehr und mehr ab, bis schließlich nur in den Schließzellen der Spaltöffnungen Spuren von Stärke zurückbleiben. Auf Zusatz von Chlorkalium fanden sich schon nach 8 bis 10 Stunden in demselben Blatte, welches am Vormittag stärkefrei befunden worden, die ersten sich rasch vermehrenden Spuren von Stärke und unmittelbar darauf begann die soeben beschriebene Vegetationsregung in der Art, daß jedes neu erzeugte Internodium nebst seinem Blatte größere Dimensionen annahm, als des vorhergehenden. Junge Eichen, Kiefern, Robinien, Tannen, Lärchen u. a. Holzpflanzen reagiren in ganz analoger Weise auf die Entziehung des Kalium, wie die Buchweizenpflanze und Cerealien.[3]) Die großsamige Eiche zeigte zwar im ersten Lebensjahre keine sehr augenfälligen äußeren Unterschiede in verschiedenen Lösungen, desto schärfer traten diese im zweiten und dritten Lebensjahre hervor.

Calcium. — Der Kalk ist ein niemals fehlender Bestandtheil der Pflanzenaschen. Er findet sich namentlich massenhaft abgelagert in mikroskopischen Krystallen

---

[1]) Wo nicht Anderes bemerkt, basiren die nachfolgenden Erörterungen durchweg auf den vieljährigen Experimentationen der pflanzenphysiologischen Versuchs-Station zu Tharand und einiger anderen Versuchs-Stationen.

[2]) F. Nobbe, Schröder und Erdmann: Die organische Leistung des Kalium in der Pflanze. Landw. Vers.-Stat. **13**, 321. (Auch separat im Buchhandel erschienen. Chemnitz 1870.)

[3]) Daß die raschwüchsigen Kräuter sich der Experimentation über Ernährungsfragen als bequemere Objecte, im Vergleich zu den Holzgewächsen, darbieten, bedarf keines Nachweises.

und Krystalldrusen von organisch sauren (weinsauren, apfel-, citronensauren, vornehmlich aber oxalsauren) Salzen. Die Krystalle und Drusen von oxalsaurem Kalk (Fig. 42; 57: 59; 142; 178) pflegen in bestimmt gruppirten Zellen aufzutreten, welche gewöhnlich des sonstigen Inhalts der Nachbarzellen entbehren und vorzugsweise im Phloëmtheile der Gefäßbündel in verticalen Reihen angeordnet sind. Bei den Coniferen, mit Ausnahme der Abietineen, finden sich Körperchen von oxalsaurem Kalke sogar in den Zellmembranen der dem Bast angehörenden Zellpartien.[1]) Die Menge der Krystalle nimmt mit dem Vorrücken der Vegetationsperiode (mit dem Alter der Organe) in hohem Maße zu. Hiermit steht in vollem Einklange die durch makrochemische Analyse nachweisbare continuirliche Zunahme des Kalks (wie der Kieselerde) in den Blattaschen, sowie der Oxalsäure.[2]) Hiernach könnte es scheinen, als seien die Krystalle Ausscheidungsproducte, und als komme dem Kalke eine Beziehung zum Pflanzenleben nicht zu. Die sogen. Kalkpflanzen würden alsdann in anderen Eigenschaften als dem hohen Kalkgehalt des Kalkbodens — etwa der hohen Erwärmungsfähigkeit desselben — die Bedingungen ihres Gedeihens finden, den höhen Kalkgehalt nur ertragen. Haben doch Sendtner, Kerner, Godron u. A. kalkfeindliche Pflanzen unterscheiden zu sollen geglaubt. H. Hoffmann[3]) zeigte jedoch, auf Grund vieljähriger Culturversuche, daß einestheils „Kalkpflanzen“ auf einem kalkarmen, anderentheils „kalkfeindliche“ Pflanzen auf einem sehr kalkreichen künstlichen Boden recht gut gedeihen. Daß in der That dem Calcium in der Pflanze eine durch Magnesium, Strontium, Baryum oder ein anderes verwandtes Element unvertretbare Funktion obliegt, wird durch die Wasserculturen schlagend bewiesen. Beim vollständigen Ausschluß des Calcium von der Nährstofflösung wächst die Pflanze (Robinie, Sojabohne, Erbse, Buchweizen) überhaupt nicht oder kaum etwas über das Stadium der Keimung hinaus; obgleich die Stärke- und Chlorophyllbildung anfangs normal sind, bildet die Pflanze nur mangelhafte Blättchen und Wurzeln, gleichgültig, ob die genannten nächstverwandten Elemente (Ba, Sr, Mg) oder eins derselben, in der Lösung vorhanden sind oder nicht. Im Gegensatze zu der Vegetation ohne Kali treten jedoch beim Kalkmangel positive Krankheitserscheinungen auf: die falben Blättchen zeigen Flecken, welche den durch Säurewirkungen hervorgebrachten ähnlich sind, und vertrocknen allmählig (Buchweizen, Robinie, Sojabohne *rc*.). Die Blattstiele knicken häufig ein, so daß die Blätter herabhangen. An Coniferen zeigen schon die erstjährigen Nadeln gelbe und braune Spitzen. An der ohne Kalk erzogenen Eiche sind im dritten Jahre die Blättchen der kaum noch entfalteten Knospe so hinfällig, daß die Pflanze am 9. Juli völlig blattlos dastand. In den die Strangscheiden umgebenden Krystallzellen fehlen jene oft so reichlich auftretenden schwer löslichen Krystalle und Drusen von oxalsaurem Kalk fast gänzlich. Die

---

[1]) Solms-Laubach, Botan. Zeitung **29** (1871), 509 ff.

[2]) So fand Alex. Müller (Landw. Vers.-Stat. **1**, 242) in den jungen Blättern der Runkelrübe 1,85 Proc. Oxalsäure (davon 0,63 Proc. im Safte gelöst, 1,22 Proc. ungelöst), in alten ausgewachsenen Blättern aber 10,98 Proc. (3,36 Proc. gelöst, 7,62 Proc. ungelöst).

[3]) Landw. Vers.-Stat. **13**, 269.

Aufgabe des Kalkes in der Pflanze scheint demnach in der Hauptsache darin zu bestehen, die organischen Säuren, besonders Oxalsäure, mögen diese im Assimilationsproceß bei der Reduction der CO_2, oder, worauf die Lage der Krystalle und Drusen in der Nähe von Herden der Zellen- und Zellstoffbildung (sogar in der Membran selbst) hinzudeuten scheint, durch Abspaltung bei der Metamorphose der Kohlenhydrate oder Proteinstoffe entstehen, zu binden und dadurch unschädlich zu machen. Die aufgeführten Thatsachen rechtfertigen in gewissem Sinne die Annahme J. Böhm's[1]), welcher sich v. Raumer und Kellermann[2]) anschließen, daß dem Calcium eine wesentliche Bethätigung bei der Zellstoffbildung zufalle, wo nicht direct, doch indirect durch Festlegung des diesen Vorgang hemmenden Uebermaßes der Säuren. Die Muthmaßung, daß der Kalk vornehmlich als Zuträger der Phosphorsäure für die Pflanze in Betracht komme (Holzner), ist zwar keineswegs gänzlich abzuweisen, würde aber schon als rein passive Instanz eine allgemeine und zwingende Bedeutung nur dann in Anspruch nehmen, wenn erwiesen wäre, daß Phosphorsäure lediglich in der Verbindung mit Kali in die Pflanze einzutreten vermöchte; sie erledigt sich thatsächlich durch die Ergebnisse der Wassercultur, bei welcher die Pflanze ihren Kalkbedarf aus dem salpetersauren Salze, die Phosphorsäure aus dem Eisen- und Kalisalze mit bestem Erfolge zu decken vermag, obschon auch das Kalkphosphat wirksam ist. Daß die bodenwurzelnde Pflanze ihren Phosphorsäurebedarf gerade in der Verbindung mit Kalk aufnehme, ist aus der üblichen praktischen Verwendung des drei- und einbasischen phosphorsauren Kalkes als Düngemittel keineswegs mit Sicherheit zu erschließen. Letztere hat doch vorherrschend wirthschaftliche, in der natürlichen Verbreitung und dem Marktpreise gerade dieser Verbindung liegende Beweggründe. Die gute Wirkung dieses Düngemittels auf den Pflanzenwuchs liefert, dem oben (S. 4) erörterten Absorptionsvermögen des Bodens zufolge, keinen Beweis dafür, daß die Verbindung als solche den Pflanzen zu Gute komme.

Magnesium. — Der Mangel der Talkerde in dem Wurzelmedium läßt zwar eine gewisse im Jugendstadium nicht sehr abweichende Vegetation zu, doch ist letztere so äußerst dürftig und charakteristisch, daß sie die Unentbehrlichkeit des Elementes hinlänglich documentirt. Die äußeren Symptome des Magnesium-Mangels in der Pflanze sind ein bläßlicher, hier und da durch gelbe bis orangerothe Flecken unterbrochener Farbenton der Blätter, gehemmte Blattentfaltung, Verkürzung der mageren Stammglieder, Verminderung der Frucht- und Massenbildung. Die Chlorophyllkörner sind blaßgelbgrün, enthalten in der Regel geringere Stärke-Einschlüsse. Die Blatthemmung der an Magnesia darbenden Pflanzen ist mit einer verminderten Zelltheilung in der Epidermis verbunden. Die Größe der Epidermiszellen, ebenso die wellige Ausbuchtung ihrer Membran, erscheint weniger alterirt. Es betrug z. B. die durchschnittliche Einzelblattfläche in qcm bei

[1]) Sitzungsber. der K. K. Akademie der Wissenschaft zu Wien **71** (1875), I. 287.
[2]) Landw. Vers.-Stat. **25**, 25.

	Pisum sativum	Robinia pseud-acacia	Soja hispida	Polygonum fagopyrum
Normallösung	7,44	3,628	17,57	66,41
Magnesia-freie Lösung	3,87	2,543	8,77	35,61

Die Zahl der Epidermiszellen pr. qmm Blattfläche betrug (im Mittel von je 20 bis 30 Messungen)

	Pisum sat.	Soja hispida	Polygonum
Normallösung	661	1183	605
Magnesia-freie Lösung	605	1260	845

Die Größe einer Epidermiszelle betrug im Mittel (in qmm)

	Pisum	Soja	Polygonum
Normallösung	0,0015	0,000845	0,00165
Magnesia-freie Lösung	0,0017	0,000793	0,00120

Ein Durchschnittsblatt war bedeckt von Epidermiszellen:

	Pisum	Soja	Polygonum
Normallösung	491784	2078531	4017805
Magnesia-freie Lösung	234135	1105020	2909045

So wie die Größe, ist auch das Zahlenverhältniß der Spaltöffnungen zu den gemeinen Epidermiszellen an den unter Mg-Mangel leidenden Pflanzen wesentlich unverändert. Es kam eine Spaltöffnung im Durchschnitt auf folgende Anzahl von Epidermiszellen:

	Pisum	Soja	Polygonum
Normallösung	5,5	7,7	6
Magnesia-freie Lösung	6	8,7	7

Das gehemmte Blattwachsthum der Mg-freien Pflanzen, wie deren dürftige Entwicklung überhaupt, ist mithin auf eine geschwächte Assimilationskraft zurückzuführen. Es fehlt an Bildungsmaterial und die Erscheinung ist darin ähnlich den bei N-, S- und P- darbenden Pflanzen beobachteten. Mit den Pflanzen der stickstofffreien Lösungen hat die Mg-freie Pflanze auch gewisse Züge gemein, u. a. die rothfleckigen Stengel und die Eigenschaft, daß die Blätter, von der Stammbasis aus vorschreitend, frühreif abgeworfen werden. Das unterscheidende Merkmal des Magnesium-Mangels aber ist die krankhafte Blässe der Chlorophyllkörner. Da für die Theilung der Zellen der Zellkern und Protoplasma in erster Linie mitwirken, so macht es den Eindruck, daß ohne Mitwirkung der Magnesia auch der Stickstoff in der Pflanze nicht zur vollen Action gelangen könne, und daß der Transport irgend welcher stickstoffhaltigen Assimilationsproducte von der Magnesia vermittelt werde.

Eisen. — Das Eisen ist das chemische Substrat für die Ergrünung des Chlorophyllkorns und folglich der Pflanze, wie das Licht das physikalische Agens dieses Bildungsvorganges darstellt. Da nur das grüne Chlorophyllkorn Kohlensäure zersetzt, so begreift sich, daß die Pflanze beim absoluten Ausschluß des Eisens nicht bloß erbleicht, sondern überhaupt zu wachsen, d. h. ihr Gewicht zu vermehren außer Stande ist. Die Blattfläche ist an den betr. Versuchspflanzen auf weniger als die halbe Normalgröße reducirt. Schwefelsaure Mangansalze sind so wenig wie (nach Risse) Nickeloxydul im Stande, die durch Eisenmangel

bewirkte Chlorose zu heben oder eine Zunahme der organischen Substanz herbeizuführen. Ein gesundes Keimpflänzchen in eine eisenfreie Lösung eingesetzt, erscheint alsbald panaschirt, meist von den Blattadern ausgehend, wird hierauf gelb, die Blätter und die Stammspitze vertrocknen. Auch die Wurzel bleibt auffällig in ihrer Entwicklung zurück, und die geerntete Trockensubstanz beträgt oft weniger, als bei den in destillirtem Wasser erwachsenen (Eichen).

Phosphor. — Unter allen Organen der Pflanzen enthalten die Samen die größte Phosphorsäuremenge, welche letztere, mit dem Kali, oftmals die Hauptmasse der Samenasche ausmacht. Es scheint dieser Thatbestand auf eine hervorragende Wichtigkeit des Phosphors für die ersten Lebensprocesse des jungen Keimpflänzchens zu deuten. Nach H. Ritthausen enthalten die pflanzlichen Proteinstoffe, welche vorherrschend in den Samen vertreten sind, nämlich das Legumin (Pflanzencasein) und dessen Verwandten (Conglutin, Glutencasein, Mucedin, Glutenfibrin), Phosphor in der Form von Phosphorsäure. Aus dem Umstande, daß das reine Legumin, Conglutin &c. in Wasser unlöslich ist, daß der Samen aber durch Wasser sich in der Regel in gewissen Mengen gleichzeitig mit einer proportionalen Menge basisch phosphorsauren Kalis und Kalis auflöst, schließt Ritthausen, daß die Auflösung des Reservelegumin durch Phosphorsäure und Kali vermittelt wird. Das Albumin (Pflanzeneiweiß), welches in den assimilirenden Organen der Pflanzen die vorherrschende Form der Proteinstoffe repräsentirt, ist auch in reinem Zustande in Wasser löslich. Auch die vegetativen Organe sind, während der Zeit energischer Assimilation, vor der Fruchtreife, reich an Phosphorsäure. In den Laubblättern nimmt die Phosphorsäure- (und Kali-) Menge gegen das Ende der Vegetation continuirlich ab[1]); sie wandert mit dem Reserveprotein in den Stamm zurück, um bei der Neubelebung des letzteren im Frühjahr wiederum in den Dienst neuer Blattgenerationen zu treten. In den Blättern der Robinie, noch mehr der Sojabohne, finden sich häufig rundliche Ablagerungen von zweibasisch phosphorsaurem Kalke. Unter Umständen vermag sich ein großer Ueberschuß von Phosphorsäure, in der Form zweibasischen Kalksalzes, in dem sonst phosphorsäurearmen Stammholze aufzuspeichern, bei Tectonia grandis L. fil., dem Teakholze, in so colossalen Mengen, daß Gefäße und Hohlräume von einem weißen, zu 80 u. m. Procenten aus vorherrschend zweibasisch phosphorsaurem Kalke bestehendem Pulver erfüllt sind.[2]) Wird sonach unzweifelhaft mit der Bildung der Proteinstoffe Phosphorsäure festgelegt, so ist begreiflich, daß in Abwesenheit der letzteren die Constitution der ersteren und das Wachsthum der Pflanze überhaupt in Stocken gerathen muß. In der That ist das Verhalten der Pflanzen, in einer phosphorsäurefreien Nährstofflösung, dieser Voraussetzung entsprechend, überaus charakteristisch. An der Bildung des Chlorophylls ist der Phosphor entschieden unbetheiligt; in phosphorfreier Lösung erzogene Eichen wurden noch im dritten Lebensjahre tiefgrün. Bei einigen Pflanzen tritt schließlich eine tief orangerothe

---

[1]) Zöller, Landw. Verſ.-Stat. **6**, 23. — Rißmüller l. c. **17**, 17.
[2]) G. Thoms, Beitrag zur Kenntniß des Teakholzes. Landw. Verſ.-Stat. **23** (1879), 413. — Vergl. F. Nobbe, H. Hänlein, C. Councler, l. c. **23**, 471.

Farbe der Blätter und Stammaxen ein, wie es bei sehr dürftig erwachsenden Individuen zu geschehen pflegt. Die Bildung organischer Substanz ist jedoch bei gänzlichem Ausschluß des Phosphors ungefähr gleich Null; die Pflanzen verhalten sich in dieser Beziehung den in destillirtem Wasser erzogenen nahezu gleich. Die übrigen Nährstoffe sind mithin ohne Mitwirkung des Phosphors lahm gelegt. Es treten hier und da Salzauswitterungen aus den grünen Blättern aus, eine Erscheinung, welche sonst nur in hoch concentrirten Nährstofflösungen beobachtet wird.[1]) Wird eine bis gegen die Blüthezeit normal ernährte Pflanze in eine Lösung ohne Phosphor versetzt, und damit auf den bisher in ihren Organen aufgesammelten Bestand an Phosphorsäure verwiesen, so entwickelt sie sich zwar weiter, allein dürftig, die Fruchtbildung ist mangelhaft, und jene orangefarbene, später mehr ins Rothe ziehende Färbung stellt sich ein.

Schwefel. — Obgleich der Schwefel als Bestandtheil der Eiweißstoffe in größerer Menge gebraucht wird, als Phosphor, vermag gleichwohl die Pflanze in Abwesenheit des Schwefels in der Nährstofflösung eine etwas höhere Bildungsthätigkeit zu entfalten, als in Abwesenheit des Phosphors. Nicht als ob das Wachsthum unter den angedeuteten Umständen auch nur entfernt normale Dimensionen darböte: vielmehr bleibt die Blattflächen-Entfaltung, sowie der Höhenwuchs der Pflanzen ohne Schwefel hinter den normal ernährten um $1/3$ bis $1/2$ zurück; eine gelbgrüne Farbe deutet auf eine wenig ergiebige Leistungsfähigkeit des Chlorophylls, und dem entsprechen die kleinkörnigen und meist wenig zahlreichen Stärkeeinschlüsse der Blätter der Versuchspflanzen. Die Größe der Epidermiszellen (der Blattunterseite) S-freier Pflanzen erreicht nahezu die der Normalpflanzen und die kleinere Blattfläche derselben beruht auf einer geringeren Anzahl von Zellen, woraus folgt, daß der Schwefelmangel den von dem (schwefelhaltigen) Protoplasma einzuleitenden Theilungsproceß der Zellen beeinträchtigt. Daß dabei die Fruchtbildung — wenn überhaupt eine solche ausnahmsweise zu Stande kommt — höchst mangelhaft ausfällt, ist verständlich genug.

Chlor. — Das Chlor gehört in dem oben bezeichneten Sinne gleichfalls zu den Nährstoffen der Pflanze. In einer chlorfreien, sonst vollständigen Nährstoffmischung haben wir noch niemals und nirgend eine gesunde Pflanze erwachsen sehen. Zwar hat dieses Element eine directe Beziehung weder zu der Assimilation der Kohlensäure, noch zu der Chlorophyllbildung, der Entstehung des Stärkekorns, der Zelltheilung oder dem Größenwachsthum der Zellen. Vielmehr wächst die chlordarbende Pflanze unter bisweilen bedeutender Massenbildung heran, ist dunkelgrün, stärkereich. Aber es tritt früher oder später, jedenfalls vor der Blüthe, eine auffallende und bestimmt charakterisirte Erkrankung der chlordarbenden Pflanze ein (Fig. 329; 330). Die dunkeln, abnorm dickfleischigen, stärkestrotzenden Blätter rollen sich ein, werden brüchig und hinfällig, die Stengel wie die Blattstiele werden wulstig dick — bei der Eiche wie bei Buchweizen —, die Internodien aber mehr und mehr verkürzt, und schließlich sterben die Vegetationsspitzen ab. Die Blüthen

[1]) Landw. Vers.-Stat. 9, 477.

theilen dies Schicksal, und eine chlordarbende Pflanze bringt, obgleich das Material dazu in überreicher Fülle in den Blättern aufgehäuft ist, keine oder nur vereinzelte, ungemein dürftige Früchtchen zur Reife. Alle diese Erscheinungen deuten übereinstimmend darauf hin, daß dem Chlor eine wesentliche Betheiligung an der Fortleitung und Ueberführung der in den Blättern gebildeten Stärke zu den Aufspeicherungslocalen, den Früchten, zufällt.

Stickstoff. — Wird einer Pflanze der Stickstoff in dem Wurzelmedium vorenthalten, so ist in noch höherem Grade, als bei Phosphormangel, Stoffbildung und Organgestaltung gehemmt. Die (Holz-) Pflanze bleibt in stickstofffreier Lösung Jahre lang am Leben, allein ihre Massenzunahme ist nahezu gleich Null. Die Blätter sind von Miniaturgröße, nicht weil die Ausdehnung der Zellen, sondern deren Vermehrung gehindert ist. Die ganze oberirdische Gestalt ist wenig verschieden von der der Pflanze in destillirtem Wasser. — Die Wurzeln dagegen, obgleich auch sie eine höchst mangelhafte Ausbildung, spärlichste Verzweigung und ein äußerst feinfädiges Netzwerk darbieten, strecken sich zu relativ bedeutender Länge hinab.

Die vorstehend erörterten chemischen Elemente sind wesentliche Bestandtheile des Pflanzenkörpers: Nährstoffe. Eine Reihe anderer Mineralstoffe treten als zufällige Aschenbestandtheile der Mehrzahl oder einzelner Pflanzengattungen, wo nicht ausnahmslos, doch gelegentlich auf gewissen Standorten auf, entweder als reiner Ballast, oder indem sie gewisse Nebenwirkungen, bald nützliche bald schädliche, erzeugen.

Von den Metalloiden ist in erster Linie zu nennen:

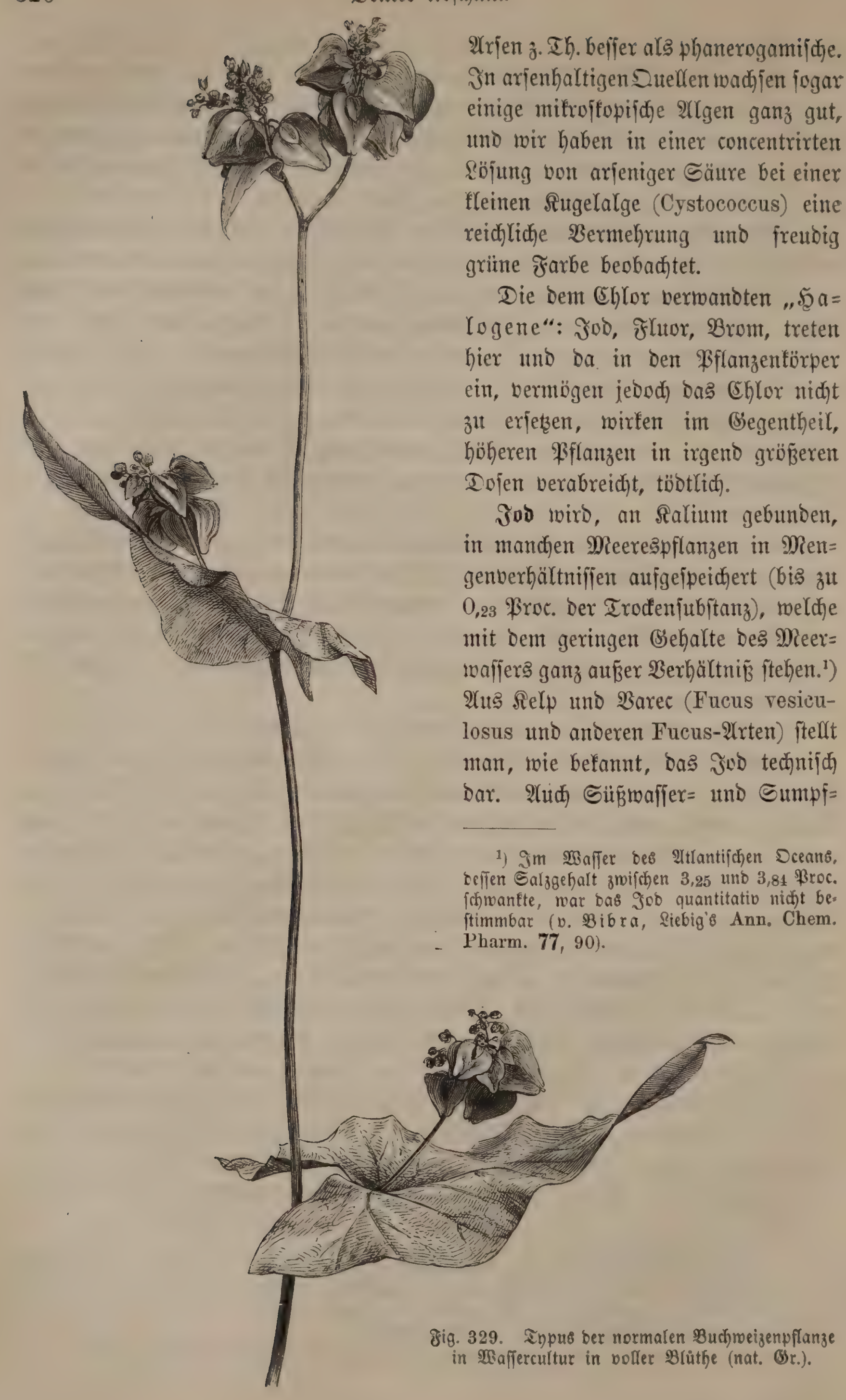
Arsen. Dieses Element vermag in die Pflanze einzutreten, und wenn es in der Regel nicht in bestimmten Mengen vorgefunden wird, so ist der Grund dafür ohne Zweifel theils in der Absorptionsfähigkeit des Bodens für Arsen (S. 5) theils in den heftigen Giftwirkungen des Elementes selbst zu suchen, welche der ferneren Aufnahme ein Ziel setzen. In einem von Hüttenrauch getroffenen Heu fand G. Wunder 0,0435 Procent arsenige Säure.[1]) Phanerogamische Pflanzen sind gegen die geringsten Mengen dem Wurzelmedium beigefügten Arsens äußerst empfindlich. In einer an sich vollkommen zuträglichen Nährstofflösung, welche einen Zusatz von nur $^1/_{300000}$ Arsen (in Form von arseniger Säure sowohl, als von Auripigment) erhielt, vermochten Erbsen, Bohnen, Wicken, Gerste, Buchweizen nicht im geringsten zu assimiliren. Stärkere Dosen ($^1/_{30000}$ bis $^1/_{10000}$) hatten ein durch rapides Welken eingeleitetes Absterben der Pflanzen zur Folge; es wurde durch die Prüfung nach Marsh nachgewiesen, daß das Metall in der That in die oberirdischen Organe übergegangen war.[2]) Arseniksäure (As_2O_5) soll nach Jäger[3]) noch intensiver wirken, als arsenige Säure (As_2O_3). Kryptogamische Gewächse widerstehen dem

---

[1]) Landw. Vers.-Stat. **1**, 175.

[2]) Der Vorgang in den stärkeren Arsenlösungen war folgender: Nach einer halben Stunde war das Pflänzchen so welk, daß es platt auf die Gefäßfläche niederlag und über dessen Rand herabhing. Nach einiger Zeit erholte es sich, richtete sich theilweise wieder auf, um nach 24 Stunden diesen Vorgang mit tödtlichem Ausgange zu wiederholen.

[3]) G. O. Jäger: Ueber die Wirkungen des Arseniks auf Pflanzen. Stuttgart 1864.



Arsen z. Th. besser als phanerogamische. In arsenhaltigen Quellen wachsen sogar einige mikroskopische Algen ganz gut, und wir haben in einer concentrirten Lösung von arseniger Säure bei einer kleinen Kugelalge (Cystococcus) eine reichliche Vermehrung und freudig grüne Farbe beobachtet.

Die dem Chlor verwandten „Halogene“: Jod, Fluor, Brom, treten hier und da in den Pflanzenkörper ein, vermögen jedoch das Chlor nicht zu ersetzen, wirken im Gegentheil, höheren Pflanzen in irgend größeren Dosen verabreicht, tödtlich.

Jod wird, an Kalium gebunden, in manchen Meerespflanzen in Mengenverhältnissen aufgespeichert (bis zu 0,23 Proc. der Trockensubstanz), welche mit dem geringen Gehalte des Meerwassers ganz außer Verhältniß stehen.[1]) Aus Kelp und Varec (Fucus vesiculosus und anderen Fucus-Arten) stellt man, wie bekannt, das Jod technisch dar. Auch Süßwasser- und Sumpf-

[1]) Im Wasser des Atlantischen Oceans, dessen Salzgehalt zwischen 3,25 und 3,84 Proc. schwankte, war das Jod quantitativ nicht bestimmbar (v. Bibra, Liebig's Ann. Chem. Pharm. **77**, 90).

Fig. 329. Typus der normalen Buchweizenpflanze in Wassercultur in voller Blüthe (nat. Gr.).

pflanzen erweisen sich (nach Châtin[1])) jodhaltig; so: Scirpus lacustris, Ranunculus fluitans und aquatilis, Typha, Myriophyllum, Potamogeton, Nasturtium, Nuphar 2c., und zwar Exemplare aus fließendem Wasser mehr, als aus stehendem. Desgleichen Landpflanzen, wie Myosotis palustris, Equisetum limosum u. a., und Châtin glaubt, daß das Jod in allen Land= und Wasserpflanzen gegenwärtig sei. Indessen fanden weder Nadler[2]) noch F. Schulze[3]) mit den schärfsten analytischen Mitteln Jod in der Brunnenkresse, Potamogeton crispus und anderen von Châtin als jodhaltig bezeichneten Pflanzen: es scheint mithin der Standort von Einfluß zu sein. Das Jod verbindet sich mit Stärke zu der blau gefärbten Jodstärke,



Fig. 330. Typus der in chlorfreier Lösung erzogenen Buchweizenpflanze (nat. Gr.).

worauf der mikroskopische Nachweis kleiner Mengen Stärkemehl, sowie andererseits der Nachweis von Jod durch Stärkekleister oder Amidulinlösung beruht. Ein relativ geringer Gehalt an Jod ($0{,}_{164}$ mg per Liter) in dem Wurzelmedium — es wurde eins der vier Aequivalente Chlorkalium der Normallösung durch Jodkalium substituirt — brachte sehr gewaltthätige Vegetations=Störungen hervor: die Pflanzen gingen zu Grunde, nachdem sie kaum eine dem Samengewicht entsprechende Trockensubstanz gebildet hatten.

[1]) Compt. rend. **62**, 349.
[2]) Journ. für prakt. Chemie **99**, 197.
[3]) Lehrbuch der Chemie für Landwirthe. Leipzig 1866.

Brom fand H. Zenger (neben Jod) in der Asche einiger Süßwasserpflanzen (Lemna minor ꝛc.) in nicht unbeträchtlichen Mengen. In Meerespflanzen ist Brom, entsprechend dessen Vorkommen im Meerwasser (zu $0{,}043$ Proc.) constant enthalten. In Ostseealgen fand Vibrans Brom zu $0{,}32$ Proc. (Fucus vesiculosus) bzw. $0{,}46$ Proc. (Laminaria saccharina). In Landpflanzen soll das Brom in kleinen Mengen gleichfalls häufig vorkommen. Auch hatte in unseren Versuchen ein Zusatz von 109 mg Brom (als Bromkalium) zu einem Liter der Normallösung keine nachtheiligen Folgen für die Pflanze. Letztere (Japanischer Buchweizen) vermochten das 650fache Trockengewicht eines Samen zu bilden und brachten (bis zu 248) reife und im Gewichte dem Saatgut überlegene Früchte. Eine Erhöhung des Bromgehaltes der Nährstofflösung auf das Vierfache der genannten Menge wirkte dagegen entschieden nachtheilig auf das Wachsthum ein. Die Versuchspflanzen zeigen den Charakter der chlorfrei wachsenden: verkürzte Internodien, dickfleischige, eingerollte Blätter und abgestorbene Vegetationsspitzen. Nur zwei von sechs Individuen gelangten zur Blüthe; von Fruchtansätzen war keine Spur vorhanden. Die Trockensubstanz betrug das 100fache des Samen.[1])

Fluor. — Im Allgemeinen in bestimmbarer Menge in den Pflanzen nicht vorhanden. Fürst Salm-Horstmar[2]) fand im gemeinen Bärlapp (Lykopodium clavatum) $0{,}4$ Proc. der Asche. In manchen kieselreichen Pflanzen (Gräsern, Schachtelhalmen) wurde durch A. Voelcker und Wilson Fluor qualitativ nachgewiesen. Eine allgemeine Verbreitung des Fluor in den Pflanzen pflegt aus dem Vorkommen desselben im Thierreich (Zahnschmelz, Knochen) erschlossen zu werden, doch dürfte hier das Trinkwasser die ausgiebigere Quelle desselben sein. Welche Mengen Fluor die Culturpflanze ohne Nachtheil in sich aufzunehmen vermag, ist noch nicht festgestellt.

Bor wurde mit einer gewissen Constanz (qualitativ) nachgewiesen im „Seegras" (Zostera marina), im Blasentang Fucus vesiculosus und in Maesa (Baeobotrys) picta Hooker, einem kleinen in Ostindien und auf Madagaskar heimischen Holzgewächs aus der Familie der Myrsineen. Als man der Sojabohne versuchsweise eine sehr kleine Menge Borsäure zusetzte, wurde das Wachsthum der Pflanze stark beeinträchtigt. Die geerntete Trockensubstanz betrug kaum das 10fache des Samen, obgleich eine Miniaturfrucht mit 2 kleinen Samen gebildet worden, und zwar muß die Störung, welche das Bor verursacht, schon in der Wurzel sich vollziehen, da in der Asche der oberirdischen Organe selbst spektroskopisch Bor nicht nachweisbar war.

Kiesel, Silicium, ist in den Pflanzen sehr verbreitet, macht in Equisetum oft 80 bis 90 Proc. der Asche aus und wird vornehmlich in der Membran Epidermis von Blättern, Haaren ꝛc. in größerer Menge aufgespeichert, und hüllt die nicht verkorkten Organe gleichsam in einen Panzer ein, welcher als Skelett — von der wohlerhaltenen Form der Zellen — zurückbleibt, wenn die organischen

---

[1]) Die Pflanzen hatten etwa drei Wochen in Normallösung gestanden, bevor das Chlorkalium durch Bromkalium substituirt wurde.

[2]) Poggendorff's Annalen der Physik und Chemie **79**, 122.

Theile durch vorsichtiges Glühen, die löslichen mineralischen durch Säuren beseitigt sind. Da die Kieselerde im freien Boden theils amorph (löslich), theils krystallinisch (unlöslich) verbreitet ist, vermag sie in ersterer Form in die Pflanzen einzutreten. Sie wird aber in den peripherischen Organen unlöslich niedergeschlagen, da sie an den Lebensfunktionen der Pflanze activ nicht betheiligt ist. Nicht einmal die Festigkeit der Halme wird nicht durch den Kieselgehalt, wie früher angenommen wurde, bedingt, sondern durch normale Verholzung. Von Haus aus kieselsäurereiche Pflanzen lassen sich in einem kieselsäurefreien Wurzelmedium in vollkommener Schönheit und Ueppigkeit erziehen. Die Normallösung, welche wir bei den Wasserculturen verwenden, enthält keinen Zusatz von SiO_2. Doch kann die Pflanze einen starken Zusatz Kieselerde in der löslichen Modification ohne Schaden, unter Umständen sogar zu indirecter Förderung in sich aufspeichern, und ihre Menge nimmt mit dem Alter des Organs im Verlauf der Vegetationsperiode constant zu.

Von den Metallen der Alkalien, Erdalkalien und Erden kommt

Natrium in der Mehrzahl der Gewächse vor, in größten Mengen — neben Kalium — in den Strand- und Salinenpflanzen, doch fehlt bisweilen jede Spur desselben im Holz der Eiche und Hainbuche, in den Blättern des Maulbeerbaums.[1]) Natrium ist durchaus ungeeignet, das Kalium in der vegetativen Function zu vertreten. Die Pflanze wächst in einer natriumhaltigen und — bis auf den Kaliummangel — vollständigen Nährstofflösung eben so wenig, wie in der kalifreien Lösung überhaupt. Selbst die „Salzpflanzen“ (Salicornia, Glaux ꝛc.) vertragen zwar eine sehr große Menge Chlornatrium, bedürfen desselben aber nicht, sondern gedeihen recht gut in einem kochsalzfreien Boden,[2]) auf welchem ihre Aschen einen höheren Gehalt an Kalium darbieten.

Lithium fand man im Tabak, im Pfälzer Produkt so viel mehr, als in Blättern amerikanischer Tabake, daß man dieser Beobachtung einen gewissen diagnostischen Werth zur Unterscheidung des amerikanischen vom Pfälzer Tabak vindiciren wollte. Außerdem wurden noch folgende Pflanzengattungen (spektralanalytisch) als constant lithiumhaltig beobachtet[3]): Thalictrum, Salvia, Carduus, Cirsium, Samolus, Lathyrus tuberosus. Die apriorische Muthmaßung, daß diesen winzigen, zufällig (auf gewissen Standorten nothwendig) in die Pflanze eintretenden Mengen eine nützliche Bethätigung im Lebensproceß zufalle, ist gegenstandslos, so lange uns jede Spur einer solchen Bethätigung fehlt. Thatsächlich ist das Lithion ebenso, wie die nahe verwandten und in Begleitung des Kalium in der Natur vorkommenden Alkalimetalle, Rubidium und Caesium, ein positives Pflanzengift, welches, weit entfernt, die Function des Kalium in der Pflanzenzelle übernehmen zu können, sogar neben dem letzteren verabreicht, entschieden toxicologische Wirkungen hervorbringt.[4])

---

[1]) Péligot, Compt. rend. 1876 II. 729.

[2]) H. Hoffmann: Ueber Kalk- und Salzpflanzen (Landw. Vers.-Stat. **13**, 269). — Franz Schulze, Lehrb. der Chemie für Landwirthe I. 574.

[3]) W. O. Focke: Abhandlungen des naturwiss. Vereins zu Bremen III. (1872) 270.

[4]) F. Nobbe, J. Schröder und O. Erdmann, Landw. Vers.-Stat. **13**, 321.

Rubidium wurde in Holzaschen (Quercus pubescens[1]), Fagus sylvatica, Vitis[2])) in Weintrauben, Runkelrüben[3]), Kaffeebohnen, Theeblättern (in letzteren beiden in größeren Mengen, als Lithium) gefunden. Kentucki- und Havanna-Tabak enthalten (neben Kali) wenig Lithium, viel Rubidium. Dagegen scheinen Cacaobohnen, Rohrzucker, Raps, einige Tangarten nach Grandeau kein Rubidium zu enthalten. Im Vegetationsversuche vermag das Rubidium nach von H. Birner und B. Lucanus[4]), O. Loew[5]) und in Tharand erzielten Beobachtungen das Kalium durchaus nicht zu vertreten. Ein Zusatz von Rubidium zur Normallösung stimmte die vegetative Production fast auf Null herab.

Cäsium. — Ein steter Begleiter des Rubidium (und Kalium), das elektropositivste der Alkalimetalle, ist das Cäsium gleichwohl in Pflanzenaschen bisher — auch spectralanalytisch — nicht aufgefunden worden, selbst von cäsiumhaltigem Boden. Dieser Umstand erklärt sich wohl daraus, daß ein Zusatz des Cäsium, künstlich an Versuchen den Pflanzen dargeboten, die heftigsten Vergiftungserscheinungen hervorruft, durchaus keine Vegetation zuläßt, so daß das Endgewicht der Pflanze geringer, als das des Samen, zu sein pflegt, oder wenig mehr beträgt.

Baryum wurde schon 1788 von Scheele in der Asche von Bäumen und Sträuchern, von Anderen in verschiedenen Kräutern gefunden. Der Aegyptische Weizen z. B. ergab in der Stengelasche $0{,}02$ Proc., in der Blattasche $0{,}08$ Proc.[6]) Baryt. Es stellt sich in der That heraus, daß die Pflanze eine ziemlich große Menge Baryum, wenn dasselbe in löslicher Verbindung dargeboten wird, wo nicht in sich aufzunehmen vermag, doch verträgt. Eine Vertretung des Calciums vermag das Baryum nicht zu übernehmen, und selbst wenn es nur in geringen Mengen — neben Kalk — verabreicht wurde, drückte es die Production der Sojabohne auf weniger als die halbe Normalmenge herab. Früchte wurden nicht gebildet, und in der Asche der oberirdischen Theile fand sich kaum 1 mg Baryum. Offenbar wird die nachtheilige Wirkung des Baryums auf die Vegetation schon durch eine Desorganisation der Wurzelgewebe (Störung der Diffusion?) eingeleitet.

Strontium wurde bisher nur vereinzelt in Meeresalgen nachgewiesen, wirkt noch heftiger vegetationsfeindlich, als Baryum. In wenigen Tagen waren in einer Lösung, welche Sr statt Ca enthielt, die Wurzeln und demnächst die Pflanzen überhaupt, vollständig vertrocknet. Ch. Daubeny[7]) fand weder in der Asche von Pflanzen, welche in schwefelsaurem Strontian erzogen, noch in solchen, welche mit salpetersaurem Strontian begossen waren, eine Spur von Strontium auf. Neben Kalk verabreicht (3 Mol. $Ca[NO_3]_2$ + 1 Mol. $Sr[NO_3]_2$, statt 4 Mol. $Ca[NO_3]_2$) deprimirt es das Pflanzenleben ähnlich, wie unter gleichen Umständen das Baryum.

Aluminium. — Für gewöhnlich kommt das Grundelement der Thonerde

---

1) C. Than, Liebig's Annalen 2c. Suppl. **2**. 1. Heft.
2) Lütkens, ebenda Bd. **135**, 123.
3) L. Grandeau, Poggendorf's Annalen 1862, 509.
4) Landw. Vers.-Stat. **7**, 363; **8**, 146.
5) O. Loew, ebenda **21**, 389.
6) Dworzack, ebenda **17**, 398.
7) Memoir on the Degree of Selection exerciced by Plants etc. Oxford 1833.

in den Pflanzenaschen nicht vor. Die verbreitetsten Gesteinsmassen der Erdrinde enthalten dasselbe vorherrschend in der unlöslichen Form des Doppelsilicates. In den Verwitterungsproducten (der Bodenkrume und dem Untergrunde) tritt das Aluminium gleichfalls zumeist in der unlöslichen Kieselsäure-Verbindung auf.

Sparsam verbreitet sind gewisse lösliche Modificationen des Thonerdehydrats und andere lösliche Thonerdeverbindungen. Wenn gleichwohl in einzelnen Pflanzenaschen kleine Mengen von Thonerde gefunden wurden, so wird mit Recht bezweifelt, ob immer die untersuchten Substanzen gänzlich frei von anhaftenden Bodenpartikelchen gewesen seien. So fand Berzelius Aluminium in Helleborus niger und Lykopodium complanatum, Fürst Salm-Horstmar[1]) bestätigte das Vorkommen in letzteren; Wittstein[2]) erhielt Aluminium aus der Asche fast sämmtlicher Gartensträucher; in Aesculus hippocastanum und Juglans regia fand E. Staffel[3]) in Rinde, Holz und Blättern kleine Mengen Thonerde. Der beregte Zweifel hat keine Gültigkeit für die Untersuchungen von A. Aderholdt[4]), welcher in Lykopodium chamaecyparyssus 57 Proc., in L. clavatum 26,6 Proc. Thonerde auffand, sowie für die von W. Knop[5]), der in mehreren Flechten bis zu 20 Proc. der Asche auffand, welche wenigstens z. Th. dem Flechtenthallus selbst angehören mögen, da in letzterem Oxalsäure, bekanntlich ein gutes Lösungsmittel für Thonerde und Eisenoxyd, sehr verbreitet ist. Die so ausdauernd constante Färbung der Flechten schreibt Knop einer Lackbildung der Oxydationsproducte der Flechtensäuren mit Eisenoxyd und Thonerde zu.

Unter den schweren Metallen sind als häufige Bestandtheile der Pflanzenaschen zu nennen:

Zink. — Auf Galmeiboden (Altenberg bei Aachen!) tritt in gewissen Pflanzenarten Zink als Aschenbestandtheil bis zu 2 Proc. der Asche auf und erzeugt unter Umständen habituelle Abweichungen, z. B. das Galmeiveilchen, eine Varietät des Ackerveilchens, Viola tricolor L. var. calaminaria, das Galmei-Täschelkraut, Thlaspi alpestri L. var. calaminaria, ferner in Armeria vulgaris, Willd. Silene inflata Sm. rc. Spektroskopisch wurde Zink (und Kupfer) in den Sporen von Lykoperdon constatirt. — Eine Nährstofflösung, zu welcher eine dem normalmäßigen Kali-Gehalte gleiche Menge Zink (als kohlensaures Zinkoxyd) hinzugefügt, äußerte noch keinen erheblich nachtheiligen Einfluß auf die Vegetation von Gerstenpflanzen und M. Freitag erzielte normalwüchsige Cerealien auf einem Boden mit $0_{,2}$ Gewichtsprocenten Zinkoxyd (Carbonat), der $0_{,6}$ bis $0_{,9}$ Procent der Aschen an Zink in die Pflanzen, selbst in die Samen, überführte.

Kupfer. — Fast alle Pflanzen enthalten dieses Metall in kleinen Mengen. W. Wicke[6]) fand auf 100 Gew.-Th. der Asche im Buchenholz $0_{,130}$ Theile Kupfer,

---

[1]) Journal für praktische Chemie **40**, 302.
[2]) Jahresbericht von Liebig und Kopp 1847 u. 48, 1097.
[3]) Archiv für Pharm. **64**, I. 129.
[4]) De partibus anorganicis Lykopodii chamaecyparyssus et clavati. Bonnae 1852.
[5]) Landw. Vers.-Stat. **7**, 437 und 444.
[6]) Jahresbericht über die Untersuchungen auf dem Gebiete der Pflanzen- und Thierproduction, herausgegeben von W. Henneberg, F. Nobbe und F. Stohmann, 1866/67, 22.

in Buchenrinde $0,_{034}$, in den Blättern der Eiche $0,_{096}$, der Linde $0,_{066}$, des Maulbeerbaums $0,_{024}$, der Platane $0,_{012}$ Theile, kleinere Mengen in zahllosen anderen Pflanzen. Aus solcher allgemeinen Verbreitung des Kupfers im Pflanzenkörper ist jedoch auf eine nützliche Verwendung des Elementes im Organismus nicht zu schließen. Vielmehr tödtet eine Lösung von Kupfervitriol die den Weizenkörnern schädlichen Brandpilzsporen mit wünschenswerthester Sicherheit,[1]) gefährdet aber bei einer gewissen Dauer der Einwirkung zugleich das Leben des zu schützenden Samenkorns selbst.[2])

Blei wirkt etwas minder nachtheilig auf das Pflanzenleben ein, als Zink; immerhin war es uns möglich, Gerstenpflanzen bis zur Samenreife zu erziehen, welche aus ihrer Nährstofflösung so viel Blei aufgenommen haben, daß aus der Asche der Körner sich ein Plättchen regulinischen Blei's darstellen ließ. Ein natürliches Vorkommen des Bleies fand man in Fucus-Arten ($27,_{7}$ mg in 100 g Asche), außerdem in Pflanzen auf dem Hüttenrauch ausgesetztem Boden[3]), wie leicht begreiflich, da in den Röstprodukten große Mengen Blei und Zink in die Atmosphäre geleitet werden.

Thallium, dem Blei verwandt, wurde spektralanalytisch durch Böttcher[4]) nachgewiesen im Traubensaft, im Buchenholz, in Runkelrüben, Tabak, Cichorienwurzel, Kelp.

Silber wurde von Malaguti, Durocher und Sarzeaud[5]) in mehreren Arten von Landpflanzen gefunden. Das Lindenholz soll silberhaltig sein (?).

Mangan wird, als Begleiter des Eisens, in den Pflanzenaschen wie im Mineralreich fast immer in kleinen Mengen gefunden. Die höchsten in Waldbäumen bisher beobachteten Manganmengen constatirte Dr. Jul. Schroeder[6]), welcher in völlig gesunden Bäumen auf 100 Th. Reinasche in der Tanne (Gesammtpflanze) $33,_{18}$ Proc., in den Blättern $35,_{53}$ Proc.; in Birke (Gesammtpflanze) $14,_{47}$ Proc., Scheitholz, Stammrinde $18,_{36}$ Proc. und in Fichte (Gesammtpflanze) $13,_{46}$ Proc. Manganoxyduloxyd auffand. Wiewohl es sich hier zweifellos um zufällige vom Standort abhängige, ausnahmsweise hohe Anhäufungen handelte, legte sich doch die Frage nahe, ob diese hohen Manganmengen lediglich Ballast repräsentiren, oder ob diesem Metalle, etwa in Vertretung des Eisens oder neben demselben, eine Wirksamkeit im pflanzlichen Organismus zufalle. Die hierüber zu Tharand eingeleiteten Versuche mit Robinie, Sojabohne, Fichte, Lärche, gemeiner und Schwarzkiefer ꝛc. haben ergeben, daß eine solche Substitution nicht thunlich. Die mit Mangan statt Eisen ernährten Pflanzen werden eben so chlorotisch, wurzelschwach und productionsunfähig, gleich den des Eisens pure ermangelnden, wie auch schon Birner und Lucanus[7]) für Hafer nachgewiesen. Da-

---

[1]) J. Kühn, die Krankheiten der Culturgewächse, 1858.
[2]) F. Nobbe, Landw. Verſ.-Stat. **15** (1872), 252.
[3]) G. Wunder, Landw. Verſ.-Stat. **1**, 175.
[4]) Wittstein's Vierteljahrsschrift **14**, Heft 1.
[5]) Ann. chim phys. (3), **28**, 129.
[6]) Tharander forstl. Jahrbuch **24**, 202; **28** (Suppl.), 105.
[7]) Landw. Verſ.-Stat. **8**, 128.

gegen hat ein Zusatz von 0,05 g per Liter Manganchlor und von 0,016 g Manganoxyd (neben Eisenoxyd) zur Normallösung einen sichtlichen Einfluß auf das Wachsthum nicht gezeigt. Die betr. Pflanzen sind bis zur Fruchtreife mit den Normalpflanzen Schritt haltend gewachsen; ihre Früchte wohlausgebildet und reif; die Wurzeln gesund, schön behaart und weiß. In den oberirdischen Pflanzenorganen wurde nach der Ernte Mangan überall qualitativ nachgewiesen. Diesem Metall ist mithin eine Beziehung zum Pflanzenleben nicht zuzusprechen.

2. Die Verbindungsformen der pflanzlichen Nährstoffe.

Ohne Zweifel vermag die Pflanze ihren Bedarf an Nährstoffen verschiedenen natürlichen Verbindungen derselben zu entnehmen, sofern letztere löslich sind. Doch ist die Wirkungskraft der nützlichen Elemente, je nach den Atomencomplexen, in welchen sie in die Pflanze eintreten, sehr ungleich. Nicht alle Nährstoffverbindungen sind Nahrungsmittel, manche sind Gifte. Wir haben hier zu unterscheiden die Oxydationsstufen und die Verbindungsformen der pflanzlichen Nährstoffe unter einander, welche in den Organismus wirksam einzutreten vermögen. Die meisten vegetativen Lebensprocesse, vornehmlich die im Lichte vorgehenden, entbinden Sauerstoff, sind demnach überwiegend Reductionsprocesse. Daraus folgt, und die Erfahrung bestätigt es, daß die von außen aufgenommenen Elemente im Allgemeinen am günstigsten wirken, wenn sie in hoch oxydirtem Zustande, der Reduction fähig, in die Pflanze eintreten. Eine Ausnahme macht nur das Kalium, welches in der Form von wasserhaltigem Chlorkalium die gesundeste Vegetation erzeugt.[1]) Diejenigen Elemente, welche in ihrem verbreitetsten Vorkommen Monoxyde bilden, wie der Wasserstoff, das Calcium und Magnesium, gelangen natürlich als solche in die Pflanze. Elemente, welche zugleich Sesquioxyde bilden, haben in den niedrigeren Oxydationsstufen minder günstige, wo nicht schädliche Wirkungen. Das Eisen bietet der Pflanze als Oxyd (Fe_2O_3), auch als Oxydoxydul (Fe_3O_4) geeigneteres Material dar, als das Eisenoxydul (FeO); und ein Boden, welcher Schwefeleisen (FeS) in irgend erheblicher Menge enthält, ist ein Giftboden. Wir haben ferner gefunden, daß das Mangan, welches als Oxydsalz dem Pflanzenleben gleichgültig ist, als Oxydulsalz entschieden nachtheilige Wirkungen äußert. Die säurebildenden Elemente treten gleichfalls in ihrer höchsten Sauerstoffverbindung in die vegetative Action ein: der Phosphor als Phosphorsäure (P_2O_5), der Schwefel als Schwefelsäure (SO_3), der Stickstoff als Salpetersäure (N_2O_5). Die schweflige Säure (SO_2) ist ein positives Pflanzengift. Die Phosphorverbindung P_2O_3, desgleichen die Stickstoffverbindungen N_2O, NO, N_2O_3, NO_2 vermögen pflanzliches Leben nicht zu unterhalten, und die Behauptung Ville's, daß der indifferente freie Stickstoff der Atmosphäre von Pflanzen assimilirt werde, ist durch vertrauenswürdige

---

[1]) Eine fernere Ausnahme bilden selbstredend die saprophytischen, parasitischen und die Eiweiß consumirenden Gewächse, sowie manche Sumpfpflanzen.

Beobachter längst gebührend gewürdigt. Ammoniak (H_4NO), und selbst unter Umständen der Harnstoff (CON_2H_4), die Harnsäure, Hippursäure (die höchsten Oxydationen des Stickstoffs im Thierkörper) und andere complexe Stickstoffverbindungen sind zwar als Düngemittel von günstigem Erfolge; allein der Beweis, daß dieselben direct vegetative Arbeit leisten, wird selbst durch die Thatsache nicht erbracht, daß man — wie in Hampe's sonst tadellosen Versuchen — in den so behandelten Pflanzen kleine Mengen der betr. Verbindungen nachzuweisen vermag, — sofern nicht die gleichzeitige Abwesenheit von Salpetersäure in denselben constatirt wird. Die höchste vegetative Leistung gewährt jederzeit die Salpetersäure; das Ammoniak und die anderen genannten Stickstoffverbindungen werden im Boden langsam zu Salpetersäure oxydirt. Daß der gleiche Oxydationsvorgang sogar in den wässrigen Nährstofflösungen Platz greifen kann, hat eine schöne Beobachtung A. Beyer's[1]) eclatant nachgewiesen.

Mancher sumpfige Boden läßt eine Cultur nicht aufkommen, weil er zwar reichliche Mengen Nährstoffe, aber diese unvollkommen oxydirt, enthält, z. B. Eisenoxydul, aus Schwefeleisen bei ungenügendem Luftzutritt gebildet, Schwefel-, Kohlen- und Phosphorwasserstoff, deren letale Wirkung experimentell feststeht. Entwässerung würde solchen Boden, durch Luftzufuhr, eben so bald ertragsfähig machen, wie einen „sauren" Boden. In letzterem sind es die Producte unvollkommener Verbrennung stickstofffreier vegetabilischer Stoffe (Humin-, Geïn-, Quell- und Quellsalzsäure), welche dem Wachsthum der nicht als „Moorpflanzen" charakterisirten Gewächse nachtheilig werden — obgleich das huminsaure Ammoniak einige nützliche Mineralien, z. B. Kalk, aufzulösen vermag —, die daher der vollkommenen Oxydation zu Kohlensäure und Wasser, stickstoffhaltige zugleich unter Entstehung von Ammoniak, entgegengeführt werden würden.

Der Kohlenstoff ist gleichfalls nur in seiner höchsten Oxydationsstufe durch die Pflanzen verwerthbar. Kohlenoxyd (CO) ist vegetativ indifferent; das Leuchtgas (C_2H_4) dagegen um so schädlicher, als bei der trockenen Destillation der Steinkohlen außer dem Leuchtgas auch Grubengas (CH_4), Ammoniak, Schwefelwasserstoff, Kohlenoxyd, Wasserstoff und Theer entstehen, von denen das Leuchtgas nicht vollständig gereinigt werden kann. Mit Grund und Erfolg wenden größere Städte bedeutende Summen auf, um ihre Promenaden gegen Ausströmungen der Gasleitungen zu schützen.[2])

Wenn sonach die für das Wachsthum erforderlichen organischen Bildungen durch Zersetzung atmosphärischer Kohlensäure und bodenseits zugeführten Wassers

---

[1]) Landw. Vers.-Stat. **11**, 269.

[2]) In Paris umgiebt man die Hauptleitung mit Kieselsteinen, welche von einer Art Schutzdach von getheertem Papier umhüllt werden, um das Hineinrieseln von Sand und Erde zu verhüten. Die Zweigröhren sind in gewöhnliche Drainröhren eingeschlossen, welche einestheils mit dem mit Kieselsteine gefüllten Kanale, anderentheils mit der Atmosphäre durch Oeffnungen in dem Fußgestell der Laternenpfähle oder in der Fundamentmauer der Häuser in Verbindung stehen. In Marseille werden contractgemäß die Gasröhren auf bepflanzten Plätzen in ganz dichte Cementkanäle eingeschlossen, deren leerer Raum mit der Luft in Verbindung gesetzt ist. In Lyon hat man die Gasröhren in irdene, mit Lüftungsröhren versehene Röhren eingeschlossen.

und Salpetersäure, unter Mitwirkung gewisser Mineralstoffe, eingeleitet werden, so darf nicht unerwähnt bleiben, daß dieser Modus im Pflanzenreich wo nicht Ausnahmen, doch Modificationen erfährt. Keimpflanzen vermögen Stärkemehl, eines der ersten Producte des pflanzlichen Stoffwechsels, aus Samenölen zu bilden. Saprophyten, Wurzelschmarotzer und echte Parasiten, und zwar nicht blos die chlorophyllfreien Pilze, verwenden ausschließlich oder antheilig ein fertig gebildetes organisches Material zum Aufbau ihrer Organe. Allerdings liegt hier schließlich nur eine Zurückschiebung des Vorgangs der Kohlensäurezersetzung vor, wie auch das Ueberwallungsmaterial der Tannen- und Fichtenstöcke, welches, nach Göppert, den Wurzeln benachbarter Bäume entnommen wird, mit denen die Wurzeln des gefällten Baumes verwachsen sind.

Es ist neuerdings versucht worden, auf experimentellem, noch sicher zu stellendem Wege die Ansicht wahrscheinlich zu machen, daß die mineralischen Nährstoffe mit den Humussubstanzen des Bodens eine Verbindung eingehen, welche sie assimilirbar macht (L. Grandeau). Andererseits hat man nachzuweisen gesucht, daß unter Umständen auch beim Abschluß der Kohlensäure freier Sauerstoff von Pflanzen entbunden werden könne: etwa aus der einen oder anderen organischen Säure (A. Stutzer, J. Böhm, Ad. Mayer). Diese Thatsache, wenn sie als solche bestätigt und verallgemeinert wird, würde auf alle Fälle die Möglichkeit zulassen, daß die betreffende organische Säure zuvor in einen sauerstoffarmen Körper und Kohlensäure gespalten worden, worauf die letztere dem Saussure'schen Gesetze entsprechend nnter Entwicklung freien Sauerstoffs im Lichte zerlegt und ihr Product assimilirt werde.

Auch die seit Kurzem von Hooker und Ch. Darwin[1]) in umfassender Weise, seitdem von zahlreichen Forschern (de Candolle, Regel, Schenk, Reeß, Munk, Cramer, Pfeffer, Cohn u. a.) bestätigten und näher studirten „fleischfressenden Pflanzen" entnehmen nur einen relativ geringen Bruchtheil ihrer Nahrung der animalischen Beute. Von den auf thierischen Körpern schmarotzenden Pilzen abgesehen, ist es vornehmlich die Familie der Sonnenthaue, Droseracea, deren Blätter mit beweglichen Drüsenhaaren (Fig. 106) oder anderen, dem gleichen Zwecke dienenden Einrichtungen versehen sind, welche vermöge eines sehr verschiedenartigen Mechanismus ein auftreffendes Insect festhalten und mittelst des in den Drüsen rc. ausgeschiedenen Secretes vollständig aussaugen. Am Blatte von Drosophyllum lusitanicum sind die gestielten Drüsen (Tentakeln) unbeweglich, das an ihrer Spitze ausgeschiedene krystallhelle Secret aber haftet den auftreffenden Thierchen an, hemmt ihre Bewegung und tödtet sie durch Verstopfung der Tracheen. Die Eiweiß auflösende Kraft ist aber bei Drosophyllum nicht diesen gestielten, sondern anderen, sitzenden Drüsen eigen.[2]) Die Bauern in der Umgegend von Oporto sammeln (nach Penzig) große Bündel dieser Pflanze und hängen dieselben in den Zimmern als Fliegenfänger auf. Man kann im Experimente

---

[1]) Insectivorous Plants, London 1875.

[2]) O. Penzig, Untersuchungen über Drosophyllum lusitanicum. Breslau 1877.

die Insecten (Blattläuse, Fliegen rc.) durch Stückchen gehackten Fleisches, geronnenes Eiweiß rc. substituiren, und es scheint aus den diesbezüglichen vergleichenden Fütterungsversuchen[1]) hervorzugehen, daß die so gewonnene Nahrung unter Umständen einen merklichen Beitrag zur Ernährung der „fleischfressenden“ Pflanze liefert und auf die Entwicklung der Blüthenstände, Früchte und Samen einen meßbaren Einfluß übt, wenngleich sie nicht unbedingt nothwendig erscheint. Das bei der Auflösung wirksame Secret der Drüsen, welches man „Droserin“ (Tait) oder „Pepsin“ (Pfeffer) benannt hat, scheint im Verein mit organischen Säuren (Ameisensäure, Aepfelsäure, Citronensäure rc.) am wirksamsten zu sein. Die bekannte Venusfliegenfalle, Dionaea muscipula, hat durch diese Beobachtungen den Charakter einer bloßen Curiosität verloren; sie hält ihre Beute zwischen den zusammengeschlagenen Blatthälften so lange gefangen, daß dieselben beim Wiederentfalten des Blattes ausgesogen sind. Desgleichen ist die Flüssigkeit, welche in dem kannenartigen Blatttheil von Nepenthes, einer Gattung tropischer, meistens strauchartiger Sumpfpflanzen, für gewöhnlich neutral, wird aber sauer, sobald gewisse Körper, namentlich stickstoffhaltige, in dieselbe gelangen. Die in dem klaren, sehr mineralstoffarmen Secrete vorhandene Menge Eiweiß verdauenden Ferments wird aber erst wirksam unter Mitwirkung der so ausgeschiedenen Säure. Es löst alsdann, auch außerhalb der Kanne, Eiweißstückchen auf, vermag also die gleiche Wirkung mit großer Wahrscheinlichkeit auf hineingefallene Thierchen auszuüben. Das Hineinfallen von Insecten in die Kanne aber wird dadurch provocirt, daß die Innenfläche der Kanne (Fig. 108) in ihrem oberen Theile durch Wachsüberzug abgeglättet ist. Auch bei Dionaea muscipula secerniren die auf der Oberseite des reizbaren Blattes sitzenden Drüsenhaare (nach Pfeffer) erst dann, und sehr reichlich, wenn eine chemische Einwirkung, namentlich stickstoffhaltiger Körper, erfolgt.

Eine zweite unabweisliche Frage ist die: in welchen gegenseitigen Verbindungen die von den „Nährstoffen“ gebildeten Säuren und Basen den vitalchemischen Proceß unterhalten. Es ist erfahrungsmäßig nicht gleichgültig, ob z. B. das Kalium als Chlorkalium, salpetersaures, schwefelsaures, phosphorsaures oder als ein organischsaures Kaliumsalz von der Pflanze aufgenommen wird, obgleich es in allen den genannten Verbindungsformen in der Pflanze auftritt. Da das Kalium im Samen hauptsächlich an Phosphorsäure gebunden ist, hat man vermuthet, daß diese Form der keimenden Pflanze zusagen werde. Die Wasserculturen lehren, daß das Chorkalium die wirksamste Verbindung ist, in welcher das Kalium sowohl, wie der Chlor der Pflanze dargeboten werden können.[2]) Als Natrium-, Ammonium-, Magnesium-Verbindung vermag das Chlor in der Pflanze nicht zu wirken: es treten ähnliche Krankheitserscheinungen ein, wie beim gänzlichen Mangel des Chlor. Am ehesten scheint noch das Chlorcalcium für das mit Kalium gebildete Haloid vicariiren zu können, obgleich es gewiß bemerkenswerth ist, daß zwei übrigens

[1]) Francis Darwin (Charles' Sohn), Gardener's Chronicle 1876 (12. Jan.). — M. Reeß, Kellermann und v. Raumer, Botan. Zeitung **36** (1878), 209.

[2]) Auch das Jod in Meeresalgen tritt nach Dourvault (Journ. de Pharm. et de Chim., 1849 März) in der Form von Jodkalium auf.

absolut gleiche und vollständige Nährstofflösungen, deren einziger Unterschied darin besteht, daß die eine

Chlorkalium + salpetersaures Calcium

die andere

Chlorcalcium + salpetersaures Kalium

enthält, ein durchaus verschiedenes Wachsthum erzeugen. Nach wohlbegründeten chemischen Grundsätzen stände zu erwarten, daß beide Lösungen in Folge kreuzweiser Umsetzungen nach dem Dumar'schen Gesetze schließlich identisch zusammengesetzt sein müßten. Die Pflanze, ein äußerst subtiles Reagens, verneint letztere Umsetzungen wenigstens für so diluirte Lösungen, wie sie dem Pflanzenleben dienlich sind, und für Salze, durch deren kreuzweise Umsetzung ein Niederschlag nicht hervorgerufen wird. Auch als die letztgenannte der beiden Mischungen im November hergestellt worden, war das Verhalten der im folgenden Mai in die Lösung eingesetzten Pflanzen unverändert abnorm.

Die praktische Beobachtung, daß bei Düngungsversuchen das schwefelsaure dem Chlorkalium in einzelnen Fällen vorzuziehende Wirkungen erzeugte, kann für die physiologische Rolle des Chlorkalium nicht in Betracht kommen. In physiologischen Fragen sind Düngungsversuche keine entscheidende Instanz, wie denn auch jenen Beobachtungen entgegengesetzte gegenüber stehen. Angenommen aber, daß das Chlorkalium in einem besonderen Falle dem schwefelsauren Kalium als Düngemittel nachgestanden, so ist damit nur für ein bestimmtes Feld unter besonderen, nicht näher in Betracht zu ziehenden Umständen eine rein praktische Frage allerdings im Einzelfall entschieden. Daß aber das schwefelsaure Kalium die günstigere Kaliquelle für die betr. Pflanze sei, folgt aus einer solchen Beobachtung keineswegs! Der Boden nimmt die ihm gegebenen Salze auf; es finden Umsetzungen und Bindungen statt, die sich zu einem ungünstigen Gesammteffect gestalten mögen, den wahren Sachverhalt aber, in Folge ihrer Complicirtheit, gänzlich maskiren. Finden z. B. beim Aufbringen des Chlorkaliums Umsetzungen statt mit Kalk- und Magnesiumsalzen, so werden Chlorcalcium und Chlormagnesium entstehen, letzteres eine entschieden nachtheilige Verbindung, ersteres dem Pflanzenleben mindestens nicht günstig. Für Chlorcalcium und Chlormagnesium hat die Ackerkrume zudem eine sehr geringe absorptive Kraft; sie werden in den Untergrund geführt und den Pflanzen entzogen. So kann in manchem Ackerboden die Düngung mit Chlorkalium erfolglos bleiben oder negativ gewirkt haben, nicht weil das Chlorkalium eine ungeeignete Kaliquelle darstellt, sondern weil durch eine solche Düngung zwei so wichtige Pflanzennahrungsmittel, wie Magnesium und Calcium, dem Boden entzogen werden, ein Verlust, der unter bestimmten Verhältnissen die ganze Kalidüngung geradezu illusorisch, wo nicht nachtheilig erscheinen lassen kann.

Der Kalk wird in der Regel in den wässrigen Nährstofflösungen mit bestem Erfolge als salpetersaure Verbindung verabreicht; doch kann auch der dreibasische sowie der zweibasische phosphorsaure Kalk dem Bedürfniß der Pflanze Genüge leisten; nicht aber der einbasische phosphorsaure Kalk, der vielmehr vermöge seiner

sauren Reaction entschieden giftige Wirkungen hervorbringt, nicht bloß in einem flüssigen Wurzelmedium, sondern auch in reinem Sande, dessen Armuth an pflanzenernährenden Stoffen durch eine Zufuhr solcher ausgeglichen wird. Auch diese unzweifelhafte Thatsache der Wasserculturen scheint auf den ersten Blick mit den Erfahrungen im Felde im Widerspruch zu stehen, derzufolge der im Knochenmehl und Phosphorit enthaltene dreibasisch phosphorsaure Kalk $3\,Ca\,(P_2O_8)$, sowie die sogen. zurückgegangene, theilweise an Eisen und Thonerde gebundene Phosphorsäure, weniger gern direct zur Düngung verwendet wird, als in der schneller wirksamen Form des durch Schwefelsäure oder Salzsäure „aufgeschlossenen" Superphosphats, in welchem der Kalk einbasisch enthalten ist. Der Widerspruch verschwindet, sobald man sich der oben (S. 4) erörterten Absorptionskräfte des Bodens erinnert, unter deren Einfluß auch die importirten Phosphate umgebildet werden. Das im Wasser lösliche Superphosphat unterliegt diesen Umbildungen rascher, und gelangt eben deshalb schneller zur Ausnutzbarkeit, als der schwerlösliche dreibasische Kalk. Das zweibasisch phosphorsaure Kalksalz ist leichter löslich, als das dreibasische, und reagirt neutral; es bietet der Pflanze eine günstigere Phosphorquelle dar, als dieses letztere.

Die Bezugsquellen der pflanzlichen Nahrungsmittel.

Die chlorophyllhaltige Pflanze entnimmt ihre Nährstoffe, mit Ausnahme des Kohlenstoffs, dem Wurzelmedium. Nur der Kohlenstoff, der ungefähr die Hälfte der gesammten Trockensubstanz ausmacht, stammt aus dem unerschöpflichen Kohlensäure-Reservoir der Atmosphäre.

Den Beweis dafür liefern die Culturen an Pflanzen in einem Medium, dem keine Kohlensäure zugeführt wird, und welches gleichwohl die üppigste Vegetation hervorbringt. Eine Zufuhr von Kohlensäure ist einfach schädlich. Selbst die von den Wurzeln ausgeschiedene Menge kann in geschlossenen Gefäßen unter Umständen schädlich wirken.

Die atmosphärische Kohlensäure wird von den chlorophyllhaltigen Pflanzenzellen im Sonnenlichte aufgenommen und unter Abgabe von Sauerstoff assimilirt. Schon im vorigen Jahrhundert beobachtete Ch. Bonnet, daß Pflanzen im Wasser im Sonnenlicht Luftblasen aussenden. Priestley untersuchte dies Gas und fand, daß es Sauerstoff sei. Sennebier entdeckte die gleichzeitige Kohlensäurezersetzung. Th. de Saussure wies nach, daß der Kohlenstoff der Kohlensäure assimilirt wird, und daß nur die grünen Organe in der Sonne Sauerstoff entbinden. Wird ein frisches Laubblatt in einem Glasgefäße mit Luft von bekannter Mischung dem Sonnenlichte ausgesetzt und gegen Austrocknen geschützt, so findet sich schon nach einigen Stunden die Zusammensetzung der eingeschlossenen Luft verändert: die Kohlensäuremenge ist vermindert, die Sauerstoffmenge vermehrt. Dasselbe Gefäß, in die Dunkelheit gebracht, erfährt eine entgegengesetzte Luftveränderung: Sauerstoffabnahme, Kohlensäurezunahme.

In reiner Kohlensäure findet diese Veränderung nicht statt. Hier gehen junge Pflänzchen, welche in Luft mit 1/8 bis 1/12 Kohlensäure (Saussure) gut gedeihen, zu Grunde. Boussingault, dem wir hierüber die zahlreichsten und sehr exacte Versuche verdanken, exponirte Kirschlorbeerblätter (Prunus laurocerasus L.) theils in reiner Kohlensäure, theils in einem Gasgemisch, dessen größere Hälfte atmosphärische Luft, vier Stunden lang der Sonne. Unter gleichen Beleuchtungs- und Temperaturgraden verhielt sich die Menge der durch die Blätter zersetzten reinen Kohlensäure zu der mit Sauerstoff verdünnt dargebotenen etwa wie 1 : 5. Daß gleichwohl frische Blätter, in reine Kohlensäure gebracht, im Lichte eine anfangs verschwindende, allmählig merkbare Zersetzungsthätigkeit darbieten, hierfür ist die in den Intercellularräumen der Blätter selbst vorhandene minimale Menge sauerstoffreicher atmosphärischer Luft maßgebend, welche die eintretende Kohlensäure verdünnt und durch den leise angeregten Assimilationsproceß, indem dieser Sauerstoff entbindet, die allmählige Steigerung des Vorganges einleitet. Der Sauerstoff hat keine specifische Mitwirkung an der Kohlensäure-Zersetzung; erforderlich ist nur, daß die Kohlensäure einen gewissen Verdünnungsgrad besitze, d. h. daß der gegenseitige Abstand ihrer Molecüle vergrößert werde, und diese Verdünnung kann sowohl durch Beimengung von Stickstoff, Wasserstoff, Kohlenoxyd oder einem anderen für die Vegetation indifferenten Gase, als auch mechanisch durch Verminderung des Luftdrucks herbeigeführt werden.[1])

Die Zersetzungsfähigkeit frisch abgepflückter Blätter wird nicht aufgehoben durch 24stündige und längere Aufbewahrung derselben in gewöhnlicher Luft im Dunkeln. Werden aber dieselben Blätter mit reiner Kohlensäure im Dunkeln, also unter Ausschluß der Kohlensäure-Zersetzung eingeschlossen, so daß der in ihren Intercellularräumen eingeschlossene Sauerstoff durch Diffusion entweicht, so verlieren sie (nach 28—72 Stunden) ihre Functionsfähigkeit gänzlich, auch wenn sie später dem Lichte exponirt werden. Die Blätter bleiben dabei straff und grün. Boussingault nannte diesen Zustand „Asphyxie", Todtenstarre. Dasselbe erfolgt, wenn man frische Blätter eine Zeitlang in Stickstoff, Wasserstoff, Kohlenwasserstoff oder in Quecksilberdämpfen aufbewahrt, oder sie in metallisches Quecksilber eintaucht — also wiederum durch Sauerstoffberaubung. Die Kohlensäure-Zersetzung wird ferner herabgedrückt durch die Verminderung, aufgehoben durch den Verlust des hygroskopischen Wassers. Welke Blätter assimiliren nicht. Endlich ist des Antheils der Mineralstoffe an diesen Vorgängen zu gedenken; Pflanzen in destillirtem Wasser vermehren ihr Gewicht nicht.

Ueber die Quantitäten der von grünen Blättern zersetzten Kohlensäure liegen gleichfalls Versuche Boussingault's vor, allerdings nur für Oleander-Blätter (Nerium Oleander L.), welche in einer Atmosphäre von 50—60 CC. atmosphärischer Luft + 30 bis 35 CC. Kohlensäure im Sonnenlichte, unter Obsorge

---

[1]) Auch der Phosphor verbrennt nicht oder wenig in reinem Sauerstoff bei gewöhnlichem Luftdruck (0,74 m), wohl aber in einem Gemenge von Sauerstoff mit atmosphärischer Luft, mit Stickstoff, Wasserstoff oder Kohlensäure, ebenso in reinem Sauerstoff bei geringem Luftdruck.

gegen Austrocknung, im Mittel in Stunden 114 CC. Kohlensäure pro Quadratcentimeter Blattfläche zersetzten, d. i. $0{,}_{127}$ CC. pro Stunde, entsprechend dem Kohlensäuregehalt von etwa 250 CC. atmosphärischer Luft.

Die Spaltöffnungen scheinen, der naheliegenden Vermuthung zuwider, bei der Kohlensäurezersetzung wenig oder gar nicht betheiligt zu sein. Die gewöhnlich spaltöffnungsärmere, wo nicht dieser Organe gänzlich entbehrende Blattoberseite hat in der Regel ein weitaus größeres Zersetzungsvermögen, als die Unterseite; namentlich bei dickfleischigen und dicht behaarten Blättern. Die mit einem anliegenden Wollfilz bekleidete Blattunterseite von Populus alba vermag fast gar keine Kohlensäure zu zersetzen. Bei anderen mehr diaphanen Blättern sind die Unterschiede im Zersetzungsvermögen beider Blattflächen minder auffällig.

Der an manchen Wasserpflanzen (Chora, Potamogeton, Hippuris) auftretende Beschlag von kohlensaurem Kalk läßt sich künstlich auch an Blättern anderer Pflanzen erzeugen. Stellt man ein Blatt in einer Lösung von zweifach kohlensaurem Kalke in die Sonne, so bedeckt sich dessen Oberfläche mit einem Beschlage (Corenwinder), und man erkennt auf diesem Wege genau die Punkte, wo die Kohlensäure in das Blatt eintritt.

Das Chlorophyll ist der Sitz der Kohlensäure-Zersetzung. Chlorophyllfreie Organe, ferner Knospen und sehr junge Blätter vermögen keine Kohlensäure zu zersetzen. Sie entwickeln Kohlensäure; erst allmählig tritt daneben aus den jungen Blättern etwas Sauerstoff auf. Panachirte oder herbstrothe Blätter liefern keinen Sauerstoff, sondern, wie in der Dunkelheit auch die chlorophyllhaltigen Blätter, Kohlensäure. Rothe Varietäten von Atriplex dagegen, in denen, wie in der Algenfamilie der Florideen, ein rother Farbstoff das Chlorophyll nur verdeckt, entbinden im Lichte reichlich Sauerstoff.

Den Proceß der Kohlensäure-Ausscheidung, unter Aufnahme von Sauerstoff, nennt man die Athmung der Pflanzen. Sie beruht auf einer leisen Oxydation der organischen kohlenstoffhaltigen Gewebe, welche zwar auch im Lichte stattfindet, in diesem Falle jedoch der Wahrnehmung entzogen wird, indem die erzeugte Kohlensäure in dem durchleuchtbaren Gewebe der Wiederzersetzung anheim fällt. Die Menge der im Dunkeln ausgeathmeten Kohlensäure ist verschwindend klein gegenüber der in der gleichen Zeit unter Beleuchtung ausgeathmeten Sauerstoffmenge. — Ein Wachsthum, Stoffzunahme wäre sonst ausgeschlossen. Auch ist nicht zu übersehen, daß der während der Assimilation ausgegebene Sauerstoff z. Th. von der Zersetzung im Wasser stammt, zu einem kleineren Theile auch von der der Salpetersäure und anderen Mineralstoffen.

Diejenigen Schmarotzer, welche mehr oder minder grün gefärbt sind (Viscum, Loranthus), zersetzen auch die Kohlensäure, nicht minder die Halbschmarotzer Melampyrum, Alektorolophus rc. Zwar beobachtete Chàtin, daß manche der letzteren, von der Nährpflanze getrennt, Kohlensäure ausgeben; doch kann daneben immerhin eine Zersetzung stattfinden.

Von anderen pflanzlichen Nährstoffen könnte noch für den Wasserstoff und Stickstoff die Luft als directe Bezugsquelle in Frage kommen, denn die auf sehr

fragwürdigen Calculationen basirte Behauptung, daß die Atmosphäre den Pflanzen im Kohlenstaube ꝛc. wesentliche Mengen von Phosphorsäure und anderen Mineralstoffen zuzuführen vermöge, erledigt sich im Hinblick auf das Wachsthum der im reinen Sande oder destillirten Wasser in freier Luft erzogenen Pflanzen. — Was zunächst die Aufnahme des Wassers betrifft, so scheinen allerdings gewisse Erscheinungen, z. B. das Frischwerden welker Blätter in feuchter Luft, im Regen und Thau eine directe Aufnahme von Wasser durch die oberirdischen Organe zu bezeugen. Allein das Trügerische dieses Schlusses liegt auf der Hand. Thau und Regen, auch wenn sie nur die Blätter netzen, ohne in den Boden zu gelangen, setzen zeitweilig die Transspiration dieser Organe herab, und dies ist unter Umständen von hohem Werthe; denn es wird nunmehr den Wurzeln Zeit gelassen, das verlorene Gleichgewicht zu repariren und die Turgescenz wieder herzustellen. Bringt man welke Blätter, Blumensträuße in feuchte Räume, so wird gleichfalls die fernere Wasserverdunstung gehemmt, die in den Mittelpartien enthaltenen Wassermengen verbreiten sich in die bereits collabirten peripherischen Gewebe: das Blatt wird wieder straff, aber ohne Gewichtsvermehrung (Prillieux) und ein erneutes Welken würde von definitivem Charakter sein.[1]) Es soll nicht bestritten werden, daß ein auf ein Blatt applicirter Wassertropfen theilweise in die Blattmasse einzudringen vermöge, sondern nur, daß diesem Vorgange eine wesentliche Bedeutung für das Leben der Pflanze zukomme.

Bezüglich des Stickstoffs, der in der Atmosphäre als indifferentes Gas, als Ammoniak durch Verwesung organischer stickstoffhaltiger Körper, als Salpetersäure bei elektrischen Entladungen, als salpetrigsaures Ammoniak bei der Verdunstung von Wasser auftritt, ist häufig vermuthet worden, daß die sogenannten Blattgewächse sich aus der Atmosphäre mit demselben direct zu versorgen vermöchten, da sie den Boden an Stickstoff bereichert zurücklassen. Auch die günstige Wirkung einer Verbreitung von Ammoniakgas in Gewächshäusern auf die Vegetation ist im Sinne einer directen Aufnahme dieses Gases durch die Blätter gedeutet worden. In beiden Fällen fehlt der Nachweis, daß der Boden außer Stande war, die Gase zu absorbiren und durch Vermittlung der Wurzeln sie dem Pflanzenkörper zu importiren. Bekanntlich nimmt das Absorptionsvermögen des Bodens für Gase mit abnehmender Temperatur zu, und die Beschattungskraft der „Blattpflanzen“ wird dadurch von Bedeutung. Da die Wirkungslosigkeit des indifferenten Stickstoffs, des Stickoxydul (N_2O) und Stickoxyd (NO) direct nachgewiesen, die salpetrige Säure aber (N_2O_3) in Salpetersäure übergeführt wird, so bleiben für unsere Betrachtung nur Ammoniak und Salpetersäure von Bedeutung. Inzwischen sind die Mengen dieser beiden Gase in der Atmosphäre immerhin sehr gering. 2 bis 3 Millionen Gewichtstheile Luft enthalten 1 Th. Ammoniak, und ähnliche Mengen wurden von W. Knop[2]) im Regen, Schnee, Hagel und Thau nachgewiesen. Wenn demnach auch ein Diffusionstausch zwischen dem Zellsaft der

---

[1]) Vergl. die Versuche von M'Nab: Nature, 1871, 193.
[2]) Landw. Vers.-Stat. 5, 137.

Blätter und den anhaftenden Thau- oder Regentropfen factisch stattfindet, so ist dieser Vorgang immerhin quantitativ allzu unbedeutend, um für die Ernährung wesentlich in Betracht zu kommen. Das geringe Wachsthum der Pflanzen in Quarzsand oder Nährstofflösung ohne Stickstoffverbindungen steht mit dieser Anschauung vollständig im Einklange.

Andere gasförmige Körper, außer den vorbenannten, welche als zufällige Verbrennungsproducte oder als Erzeugnisse gewisser chemischen Industrien in der Atmosphäre auftreten, sind entweder den Pflanzen, falls sie mit deren Assimilationsorganen in Berührung treten, gleichgültig, oder ihre bereits oben erörterte Einwirkung — SO_2, H_2S, As_2O_3, C_2H_4 (Leuchtgas) — gehört in das Gebiet der pflanzlichen Pathologie.

Die Stoffleitung in der Pflanze.

Die jugendliche Zelle führt wesentlich die Stoffe der Mutterzellen. Allmählig beginnt ihr Inhalt, durch selbstthätigen Austausch mit der Umgebung, sich zu ändern: sie umschließt alsdann, je nach ihrer Lage im pflanzlichen Organismus und der Entwicklung ihrer Organisation, außer Protoplasma und Zellkern diverse anderweite feste, flüssige und gasförmige Bestandtheile, letztere häufig von der Zellflüssigkeit absorbirt. Schließlich verschwindet in vielen Zellen der feste und flüssige Inhalt. Aeltere Holzzellen, Gefäße, Korkzellen, Markparenchym führen, abgesehen von periodischen Impressionen von Wasser in ihre Hohlräume, in der Regel nur Luft.

Im Pflanzenkörper bewegen sich demnach Wasser, Gase, Mineralstoffe und organische Substanzen. Die Bahnen, Richtungen und Geschwindigkeiten der genannten Stoffe fallen nicht zusammen in einen „Saftstrom“. Diese roh gärtnerische „Theorie“, welche so viele unerquickliche Streitereien verursacht hat, und noch verursacht, ist gänzlich aufzugeben, bevor ein Verständniß der Stoffbewegungen in der Pflanze gewonnen werden kann. Die im Pflanzenkörper bewegten Stoffe durchdringen, kreuzen und begegnen einander oder concurriren in mannigfaltigster Weise, da eine jede von besonderen Bedingungen abhängig ist, und erheischen demgemäß eine gesonderte Betrachtung.

Die Bewegung des Wassers in der Pflanze.

Der Wasserstrom, welcher das durch Verdunstung verlorene Wasser ersetzt, hat im Allgemeinen die Richtung von den Wurzeln zu den transspirirenden (peripherischen) Organen. Als solche sind in erster Linie die chlorophyllhaltigen Blätter zu bezeichnen; in geringerem Maße auch die von einer starken Korkschicht noch nicht bedeckten jungen Stammglieder. Man kann ausschlagsfähiges gefülltes Holz nicht besser trocknen, als indem man Stockausschlag begünstigt. Der hauptsächlichste Ort des Austritts des Wasserdampfes sind die Spaltöffnungen, welche mit den Intercellularräumen communiciren. Steht die Wasseraufnahme mit der

Abgabe an die Atmosphäre im Gleichgewicht, so sind die Blätter straff, „turgescent“. Ueberwiegt die Verdunstung, so werden die Blätter, durch theilweise Entleerung ihrer Zellen, schlaff, „welk“, und wo eine gewisse Steifheit der Blätter, in Folge reicher Verholzung, das Collabiren erschwert, macht sich die Entleerung im Lebendgewicht der Pflanze geltend, welches in den Mittagsstunden erheblich geringer zu sein pflegt, als früh morgens. Die Differenz wurde von uns bei zweijährigen Erlen bis zu 22 Proc. des präsumtiven Wassergehaltes beobachtet. Mit dem Verlust der Turgescenz leidet zugleich die Assimilationsfähigkeit der Pflanze. Ueberwiegt dagegen die Wasseraufnahme die Ausgabe, z. B. Nachts, im Regen, oder an dem krautartigen Stumpf abgeschnittener Pflanzen, so findet wohl auch ein Austritt tropfbar flüssigen Wassers an hierzu prädestinirten Stellen der Pflanze, an zufällig entstandenen oder künstlich erzeugten Wundstellen: Bohrlöchern, Blattspuren, Drüsen 2c., statt.

Die Wassermenge, welche an den Orten der Neubildung und des Zellenwachsthums zersetzt wird, ist verschwindend klein gegenüber dem Verbrauch der Transspiration. Zwei Erlen verdunsteten im zweiten Lebensjahre innerhalb 90 Tagen 38,364 bez. 32,888 kg Wasser. Ihre Oberfläche betrug circa $2^1/_4$ bez. $1^2/_3$ qm. Auf die Fläche eines Quadratmeters wurde hiernach pro Tag $193,_5$ g bez. $233,_3$ g verdunstet, wovon auf die 12 Tagstunden (6 h bis 6 h) $197,_0$ g bez. $210,_3$ g, auf die 12 Nachtstunden dagegen nur $14,_5$ bez. $23,_0$ g entfallen, wodurch die oben (S. 22) erörterte Abhängigkeit der Verdunstung vom Lichte ihre anderweite Bestätigung findet. Wie groß diese von den Pflanzen abgegebenen Wassermengen erscheinen, erreichen sie doch, selbst im Sonnenlichte, nicht die von einer entsprechenden freien Wasserfläche unter gleichen Umständen verdunsteten Größen. Obige Erlen transspirirten (Ende September) etwa $^1/_3$ des von einer gleichgroßen freien Wasserfläche abgegebenen Quantums.[1]) Nach Gube's Beobachtungen betrug die Wasserverdunstung einer gegen directes Sonnenlicht geschützten freien Wasserfläche in den 7 Jahren 1856 bis 1862 im Durchschnitt $^1/_2$ Linie, d. i. 1120 g pro Tag, und für den Monat Juli gar im 7jährigen Durchschnitt 2040 g! Die Gründe für diese Erscheinung liegen nahe. Der Zelleninhalt ist nicht reines Wasser; Lösungen verdunsten langsamer, als dieses; auch ist die Cuticula ein Hinderniß der Transspiration (L. Just), welche in der Hauptsache durch die Spaltöffnungen erfolgen dürfte. Wenn gleichwohl ein mit Bäumen bestandener Boden mehr Wasser an die Atmosphäre abgiebt, als ein nackter Boden, so ist dafür einestheils die eminente Flächenentfaltung der Blätter in Anspruch zu nehmen, welche die bedeckte Bodenfläche um das Vielfache übertrifft, während andererseits auch die beschattete Bodenfläche selbst in gewissem Grade noch verdunstet.

Die Geschwindigkeit des Wasserstroms in der Pflanze läßt sich in verschiedener Weise bestimmen. Am sichersten erscheint die Berechnung an solchen

---

[1]) Beobachtet am Evaporimeter Piche, berechnet (nach M. Kunze) mit dem Reductionsfactor $0,_{70}$.

Stammabschnitten, wo das Strombette die relativ geringsten und leicht meßbaren Dimensionen besitzt, also im Stamme unterhalb der Krone. An einer zweijährigen Erle, welche in einer Mittagsstunde 250 cbcm Wasser transspirirte, berechneten wir die Hebungsgeschwindigkeit des Wassers aus dem Querschnitt des Stammes auf $0{,}67$ mm in der Secunde, oder etwa $2{,}5$ m in der Stunde. An einer Buchweizenpflanze hatten wir bereits früher eine fast eben so große Steigungsgeschwindigkeit ermittelt. Aehnliche Werthe (im Maximum 5 m pro Stunde) erlangte E. Pfitzer, indem er Topfpflanzen, nachdem der Boden trocken und die Blätter welk geworden, plötzlich stark begoß und den Zeitpunkt beobachtete, wann die herabhängenden Blätter sich zu heben begannen, wobei allerdings, wie der Verfasser einsichtsvoll hervorhebt, ungewiß blieb, ob die Hebung durch Wassermolecüle von der Wurzel oder von der Nachbarschaft her veranlaßt wurde, sowie andererseits eine gewisse Ansammlung von Wasser im Blattkissen vorausgehen mußte, bevor der mechanische Effect der Hebung des Blattkissens eintreten konnte. Die obige, an sich nicht große Stromgeschwindigkeit muß aber beträchtlich verlangsamt werden in dem breiten Bette, welches die Krone mit ihren zahlreichen Aesten, Zweigen und Blättern darbietet.

Man darf sich, wie bemerkt, die Wasserbewegungen in der Pflanze nicht einfach als einen aufsteigenden „Saftstrom" vorstellen, welcher mit sich führte, was die Bodenlösung enthielt. Unabhängig von den in ihm gelösten Stoffen steigt das Wasser in den Zellwänden des Holzkörpers der Gefäßbündel, welche begierig Flüssigkeit „imbibiren", d. h. in ihre Molecular-Interstitien aufnehmen, vielleicht auch in einer dünnen Schicht an den Innenwänden der luftführenden Zellen zu den Verdunstungsorganen empor. Der Wasserstrom ist am ausgiebigsten in den Sommermonaten, wo die Gefäße und Tracheiden Luft führen. In den Baumstämmen ist es vorzugsweise der Splint, dessen Zellmembranen dem Wasser als Bahn dienen; das Kernholz ist im Allgemeinen weniger leitungsfähig; stark gefärbtes oft fast unwegsam, so daß nach Entfernung eines Splintringes die Laubkrone vertrocknet (Th. Hartig). Die Rinde kann stellenweise abgelöst werden, ohne daß die Blätter welken. An Fichtenstämmen, welche durch Borkenkäfer tödtlich verletzt wurden, schält sich die Rinde am Gipfel noch recht gut, während sie an den unteren Stammpartien schon vertrocknet ist. Von Raupen entnadelte Kiefern treiben bisweilen oben noch Nadeln, während unten die Rinde schon abfällt. Unter Umständen wird auch in die Holzzelllumina Wasser hineingepreßt, und durch Capillarität, unterstützt durch den Gehalt an Luftblasen, deren Volumen auf Wärmeschwankungen reagirt, in Bewegung erhalten. Natürlich kann capillare Attraction in den Tracheiden und Gefäßen des Holzkörpers nur dann wirksam werden, wenn die später eintretende Durchbohrung der ursprünglich geschlossenen Tüpfelzellen es gestattet, also in älteren Stammtheilen.

In safterfüllten Zellen bewegt sich das Wasser nach den Gesetzen der Diffusion, d. i. des Vorganges, durch welchen ungleichartige Flüssigkeiten, oder auch Lösungen gleicher Art, aber von verschiedener Concentration (Hydro-Diffusion) und Gase (Aero-Diffusion), welche mit einander in Berührung stehen, sich gegenseitig

zu durchdringen und mit einander in ein moleculares Gleichgewicht zu treten streben. Im Raume einer und derselben Zelle geht dieser Ausgleich unmittelbar von statten (freie Hydro- und Aero-Diffusion). Sind aber die nach Ausgleich strebenden Gase oder Flüssigkeiten durch eine permeable (nicht poröse) Membran von einander getrennt, so daß zunächst die Substanz der trennenden Wand von beiden nach Ausgleich strebenden Körpern zu durchdringen ist, so nennt man den Vorgang Membran-Diffusion oder Endosmose. In den Pflanzenzellen stellt das Protoplasma in seiner als „Primordialschlauch“ bezeichneten, der Cellulosemembran anliegenden Hautschicht eine derartige permeable Plasmamembran dar, welche den Eintritt des Wassers sowie gelöster Stoffe regulirt. Der osmotische Ausgleich der Körper geht nach bestimmten Aequivalenten von statten. Nur selten nehmen Wasser und ein gelöster Stoff, welche sich in der Membran behufs Ausgleichung an einander vorbei bewegen, gleiches Volumen ein, sondern es diffundirt in der Regel mehr Wasser, als gelöster Stoff, so daß die Lösung an Volumen zu-, das Wasser an Volumen abnimmt. „Endosmotisches Aequivalent“ eines Körpers nennt man, nach Jolly, die Ziffer, welche die Menge von Wassermolecülen anzeigt, die auf ein Molecül der betreffenden Substanz sich austauschend die Membran durchsetzen. Auch der Ausgleich der Lösungen zweier ungleichartigen Stoffe erfolgt nach Maßgabe derselben Aequivalentverhältnisse, welche bezüglich jedes der beiden Stoffe zum Wasser obwalten: eine Gesetzmäßigkeit analog dem Begriffe des chemischen Aequivalents. Das endosmotische Aequivalent eines Körpers ist um so größer, je höher dessen Atomgewicht, und je geringer seine Krystallisirbarkeit. Daher haben das pflanzliche Eiweiß, das Gummi, Dextrin, Pectin, und andere „colloidale“ Substanzen des Zellinhalts ein sehr hohes endosmotisches Aequivalent, im Gegensatz zu den „krystalloidalen“ Körpern: den meisten Salzen, Zucker, Asparagin rc. Das Protoplasma ist der vornehmlichste Regulator des Eintritts von Wasser und gelösten Körpern in die lebende Pflanzenzelle, mit dessen Tode (durch Frost rc.) die Zelle für Flüssigkeiten passiv durchlässig wird. Die Thätigkeit des Protoplasmas hauptsächlich bedingt die Turgescenz der Zellwand, welche deren Wachsthum so günstig ist. Ueberturgescenz hat unter Umständen ein Hinauspressen tropfbar flüssigen Wassers oder Saftes aus den Zellen zur Folge. Dieser Vorgang kann in allen lebensthätigen Zellen seinen Ursprung nehmen, wird aber von den Wurzeln her in besonders energischem Maße eingeleitet; man redet daher mit Recht von einem „Wurzeldruck“ als erster Ursache des Emporsteigens des Wassers in der Richtung zu den Verdunstungsorganen. In der That muß der hohe Gehalt der jugendlichen Wurzelfasern an eiweißartigen Stoffen, vermöge des hohen endosmotischen Aequivalents der letzteren, einen mächtigen Eintritt von Wasser und gelösten Mineralstoffen aus der Bodenflüssigkeit und eine Ueberturgescenz zur Folge haben. Man kann den Wurzeldruck an dem oft viele Tage andauernden Wasseraustritt aus der Schnittfläche von Baumstumpfen, noch besser an Krautstöcken beobachten, welche oftmals den Boden ringsum nässen und erst ihr Ende finden, nachdem der Stumpf entweder verfault ist oder durch neuen Austrieb von Blättern Verdunstungsorgane gebildet

hat. In einem der Schnittfläche einer Weinrebe aufgedichteten Glasrohr steigt unter Umständen das Quecksilber bis 768 mm hoch (W. Hofmeister); wonach die osmotische Kraft dem Drucke von mehr als einer Atmosphäre das Gleichgewicht hält. Inzwischen können auch andere Gruppen von Zellen vermöge ihrer colloidalen Inhaltsbestandtheile eine so hohe Druckkraft erlangen, daß Ausscheidungen erfolgen. Wir haben bereits in manchen Drüsenorganen derartige Zellcomplexe kennen gelernt (S. 120). Die Stempelmündung mancher Blüthen sondert zeitweilig eine klebrige „Narbenflüssigkeit“ ab, welche die auftreffenden Pollenkörner festhält. An den Blattzähnen von Ailanthus glandulosa sieht man fast jeden Morgen, und namentlich bei feuchtwarmer Luft, aus den dort vorhandenen Drüsen (Fig. 105) glänzende Tröpfchen hangen, welche einen intensiv süßen Geschmack besitzen. Die Blattzähne von Alchemilla, die Blattspitzen von Gräsern und Aroideen ꝛc. bieten frühmorgens dies zierliche Phänomen dar, welches nicht mit Thautröpfchen zu verwechseln ist. Auf den Blättern einer Linde beobachtete Boussingault[1]) eine pathologische Ausscheidung einer zuckerartigen Materie, welche aus Rohrzucker, intervertirtem Zucker und Dextrin in dem Verhältniß bestand, wie diese drei Stoffe im Manna von Sinai, nicht aber, wie sie im Zellsaft des gesunden Lindenblattes, welches Dextrin überhaupt nicht aufweist, enthalten sind.

Wenn im Frühjahr die eiweißartigen Reservestoffe, sowie die aus der Reservestärke hervorgegangenen Substanzen (Dextrin, Zucker) sich lösen, so verursachen diese Colloid-Körper, vermöge ihres hohen endosmotischen Aequivalents, eine mächtige osmotische Action auf die Flüssigkeit der umgebenden Zellen, bis zu den Wurzeln hinab. Der „Saft“ steigt in die Bäume. In der That aber ist in diesem Zeitpunkt, in Ermangelung der Blätter, die Verdunstung, und damit die Wasserbewegung in dem Stamme, fast gleich Null, und es folgt auf eine kurze Periode des Emporsteigens von Wasser eine Periode der Stockung und Spannung, welche erst mit der Laubentfaltung ihr Ende erreicht. Unter diesen Umständen wird aus Wundstellen am Stamme und Wurzel, aus künstlichen Bohrlöchern, Blattstielnarben ꝛc. mit einer gewissen Kraft und Dauer Flüssigkeit hervorgepreßt.

Diese **„Blutungserscheinungen“** sind aus der Wirkung der Imbibition und Capillarität nicht zu erklären. Es machen sich hier osmotische Druckkräfte geltend. Die „Blutung“ aus künstlichen Bohrlöchern beginnt beim Ahorn und der Birke in den unteren Partien des Stammes früher und erlischt später, als in den höheren. Noch umfassender ist die Blutungsdauer der Wurzel. Ein Bohrloch an einem Spitzahornbaum in 0,3 m Höhe begann nach Jul. Schröder's Beobachtungen[2]) am 19. April (1867) zu bluten und hörte auf am 19. Mai, blutete mithin 31 Tage. An demselben Baume in einer Höhe von 7,3 bis 9,3 m angebrachte Bohrlöcher begannen am 11. Mai und sistirten am 12. Mai, bluteten mithin nur 2 Tage. Zwischen diesen Extremen am Stamme befindliche Bohrlöcher ergaben

[1]) Compt. rend. **74** (1872), 87.
[2]) Landw. Vers.-Stat. **14**, 118.

eine mit der Höhe abnehmende Blutungsdauer. Die Blutungsflüssigkeit ist nicht reines Wasser, sondern eine verdünnte Lösung von Mineralstoffen, Zucker, Eiweiß, organischen Säuren. Es dürfte jedoch bedenklich sein, sie als strengen Repräsentanten des Zellsafts anzusehen. Die Menge dieser Stoffe im Blutungssafte ist nicht sehr beträchtlich, auch variabel in verschiedenen Höhen des Stammes und während der Dauer der Blutungsperiode. In Bezug auf die Höhe des Bohrlochs am Stamme erweist sich der Zucker- und Eiweißgehalt des Birken-Blutungssaftes weder am Fuße des Stammes, noch in beträchtlicher Höhe der Krone am größten, sondern in einer wenige Meter hohen Stammregion, von wo aus nach beiden Richtungen hin eine Abnahme stattfindet, wie folgende von J. Schröder ermittelte Zahlen zu beweisen scheinen. Der Procentgehalt des Zuckers betrug in einer Höhe des Bohrloches über dem Boden von

	14. April	19. April	
0 m	1,39	1,11	Proc. Zucker
1 "	1,32	1,19	" "
2 "	1,32	1,31	" "
3 "	1,60	1,29	" "
4 "	1,24	1,21	" "
5,5 "	0,63	0,74	" "
7 "	0,74	0,66	" "

Eine ähnliche Schwankung erfährt der Zuckergehalt des Birkensaftes aus einer und derselben Ausflußmündung während der Dauer der Blutung. Die Zuckermenge vermehrt sich nach und nach bis zu einem Maximum und nimmt von diesem, entsprechend der Entfaltung der Knospen, welche den Zucker consumiren, allmählig ab. So fand Schröder in dem aus einem Bohrloch unmittelbar über der Erde gewonnenen Birkensafte pro Liter folgende Mengen Zucker und Eiweiß:

	Zucker	Eiweiß
10. April	0,0200	14,0
12. "	0,0287	13,5
14. "	0,0241	12,7
15. "	0,0307	12,5
16. "	0,0330	12,0
17. "	0,0213	10,9
24. "	0,0273	10,6
27. "	0,0165	10,5
28. "	0,0155	10,1
1. Mai	0,0170	10,3
2. "	0,0065	10,1
3. "	0,0068	10,3
4. "	0,0072	10,0
5. "	0,0099	9,6
6. "	0,0069	9,4

Der Blutungssaft des Ahorns (Acer platanoides), welcher im Winter größere Mengen Reservestärke führt, und dessen Knospen zu der Zeit der Blutung, wo die Untersuchung stattfand, noch in der Winterruhe beharrten, ergab dem entsprechend nicht nur einen absolut höheren Zuckergehalt, als der der Birke, sondern wich auch in der Vertheilung des Zuckers insofern ab, als hier die höheren (bis 9,3 m hohen) Bohrlöcher die relativ größte Zuckermenge lieferten.

Bewegungen der Gase in der Pflanze.

Die in den Intercellularräumen der Pflanzengewebe eingeschlossene Luft ist mit der umgebenden Außenluft weder chemisch noch physikalisch identisch. In den chlorophyllhaltigen assimilirenden Organen pflegt sie sauerstoffreicher, in den nicht durchleuchteten Binnenräumen der Holzzellen, Gefäße, Harzgänge und den durch Zerreißung entstandenen (lysigenen) Canälen, und Hohlräumen durch Oxydationsvorgänge kohlensäurereicher zu sein, als die Außenluft. Die chemischen Vorgänge im Zellinnern, welche im Lichte vorwiegend Reductionsvorgänge sind, bringen dies mit sich. Nach längerem Aufenthalte der Pflanze im Dunkeln treten die durch die Lichtfunctionen verschluckten Oxydationsproducte in den Vordergrund: die Binnenluft wird kohlensäurereicher, als der umgebende Luftkreis, giebt wohl auch an letzteren kleine Mengen Kohlensäure ab, wofür Sauerstoff eintritt. Man nennt diesen Vorgang, wie bereits oben erwähnt, die Athmung der Pflanze.

In physikalischer Hinsicht ist die Intercellularluft der Pflanzen gleichfalls in gewissem Grade unabhängig von der Außenluft; sie ist bisweilen dichter, als die letztere, steht aber sehr häufig auch unter einem beträchtlichen negativen Drucke.[1]) Die Ursache letzterer Zustände der Binnenluft liegt theils in der Entleerung wasserhaltiger Gefäße resp. Tracheiden 2c. mittelst Verdunstung,[2]) während die Zellen- und Gefäßwände nur wenig permeabel sind für Gase; theils in der „inneren Athmung“, insofern die dabei gebildete Kohlensäure in der Zellflüssigkeit benachbarter Zellen gelöst nach außen diffundirt oder mit dem aufsteigenden Wasser fortgeführt wird. Auch Wärmeschwankungen tragen zur Herstellung eines verschiedenen Dichtigkeitsgrades der Innenluft das Ihrige bei.

Eine negative Tension der Binnenluft, welche unter Umständen auf 50 bis 60 cm Quecksilberdruck, vielleicht noch höher, zu steigen vermag und in den äußersten (jüngsten) Holzringen die höchsten Werthe zu erreichen scheint, strebt nach Ausgleichung. Die expandirte Luft übt begreiflich eine sehr energische Saugkraft aus, so daß, wenn man lebende Zweige unter Quecksilber durchschneidet, letzteres zu beträchtlicher Höhe in die Pflanze hinaufgepreßt wird. Das Bestreben, vorhandene Druckdifferenzen auszugleichen, trägt ferner, neben Temperaturdifferenzen und mechanischen Bewegungen der Organe im Winde, viel bei zur Bewegung der Gase im Pflanzeninnern. Der Druckausgleich nach außen erfolgt theils durch die Intercellularräume und Spaltöffnungen, theils durch die geschlossene Zellmembran selbst. Bei den Gefäßen, Parenchym- und Holzzellen kommen hauptsächlich die nicht verdickten Membranpartien der Poren, welche, wie Th. Hartig und Sanio zeigten, geschlossen sind und nicht, wie die Intercellularräume, mit der Außenluft in directer Gascommunication stehen, dem Gasaustausch zu statten. In den Tracheiden der Coniferen muß die gesammte einströmende Gasmenge beim Druck-

---

[1]) F. v. Höhnel: Ueber den negativen Luftdruck in den Gefäßen der Pflanzen (F. Haberlandt's wissensch.-prakt. Untersuchungen auf dem Gebiete des Pflanzenbaues, Bd. II. [1871] 89.)

[2]) Jos. Boehm: Die Wasserbewegung in transspirirenden Pflanzen (Landw. Vers.-Stat. **20**, 374).

ausgleiche durch die geschlossene Membran der Zellen selbst erfolgen, und es wurde dies in der That von J. Wiesner[1]) experimentell dargethan. Die Druckfiltration der Gase im Fichtenholze geht in tangentialer Richtung rascher von statten, als in radialer, am raschesten aber in axialer Richtung. Letzteres gilt in geringerem Grade auch für die Gefäße der Laubhölzer (nachgewiesen an der Birke). So lange die Membran der Parenchym- und Holzzellen von Wasser durchdrungen (imbibirt) ist, setzt sie dem Durchtritt von Gasen, welche von der Membranflüssigkeit absorbirt und so weiter geleitet werden, einen größeren Widerstand entgegen, als nachdem sie trocken geworden. Peridermzellen, welche in der Regel wenig oder nicht parmeabel sind selbst für Luft, welche unter ungleichem Drucke steht, verhalten sich den Gefäßzellen insofern entgegengesetzt, daß sie, nach Wiesner, in trockenem Zustande für Gase durchlässiger sind, als im wasserhaltigen. Durch die Spaltöffnungen erfolgt die freie Aero-Diffusion verhältnißmäßig langsam; die Zeiten des Aus- und Einströmens eines bestimmten Gasvolumens sind proportional der Quadratwurzel aus der Dichte der angewandten Gase.

Leitung der Mineralstoffe in der Pflanze.

Obgleich die mineralischen Nährstoffe nur im gelösten Zustande in die Wurzel einzutreten und in der Pflanze zu wandern vermögen, so ist doch der Zellsaft niemals ein einfaches Abbild der Bodenlösung. Der Eintritt und die Bewegung der Mineralstoffe werden geregelt einestheils durch die Natur der Zellmembranen und des Zellinhalts, namentlich des Protoplasma's und des Zellkerns, sofern letztere eine ungleiche Anziehungskraft zu verschiedenen Stoffen besitzen, anderentheils durch den Verbrauch der Mineralstoffe im Lebensproceß der Pflanze. Da Wachsthum und Stoffbildung ununterbrochen von Statten gehen und mit osmotischen Gleichgewichtsstörungen in Bezug auf den Gehalt des Zellsaftes an mineralischen Stoffen verknüpft sind, kann die von den Bildungs- und Wachsthumslocalen zu den Wurzeln und der Bodenflüssigkeit von Zelle zu Zelle rückgreifende Osmose einen vollständigen Ausgleich und Ruhezustand niemals herbeiführen. Selbst in der „Winterruhe" ist kaum ein solcher Ruhezustand in den Bäumen gegeben, da die Holzbildung im Wurzelkörper, die Athmung und Transspiration, wenn auch in geschwächtem Maße, fortdauern. Sofern die Bildung der organischen Stoffe an die Mitwirkung von Mineralstoffen gebunden ist, letztere aber dadurch festgelegt, d. i. der Lösung entzogen werden, ist zu einem erneuten Eintritt des so ausgeschiedenen Mineralstoffs, zu einer Häufung desselben an der Verbrauchsstätte, Anlaß gegeben. Unter diesem Gesichtspunkt klärt und erledigt sich die vielberufene Frage, ob den Pflanzenwurzeln ein Wahlvermögen zukomme. Wir gewahren, wie eine und dieselbe Pflanzenspecies der verschiedensten Bodenarten, bezw. ungleich zusammengesetzten Nährstofflösungen die einzelnen

[1]) Jul. Wiesner: Versuche über den Ausgleich des Gasdrucks in den Geweben der Pflanzen (Sitzungsber. der Wiener Akademie der Wissensch. **29** [1879] I.).

Mineralstoffe in annähernd gleichem Mengenverhältniß entnimmt, vorausgesetzt, daß nicht ein absoluter Mangel an einem Mineralstoff im Wurzelmedium obwaltet. Nicht minder verständlich ist die Erscheinung, daß eine Kiefer einer und derselben Bodenlösung die einzelnen Mineralstoffe in wesentlich anderen gegenseitigen Verhältnissen entzieht, als eine Robinie oder Eiche, und demgemäß die Aschen dieser auf gleichem Standort erwachsenen Pflanzengattungen eine sehr verschiedene Zusammensetzung darbieten. Wie sehr aber der Verbrauch die Häufung eines Mineralstoffs in bestimmten Localen der Pflanze beherrscht, lehren die Wanderungserscheinungen. Die Magnesia wird in der Haferpflanze anfangs im Halme, späterhin in den Samen in großen Mengen gefunden; die Phosphorsäure häuft sich in den proteinreichen Samen der fruchtreifen Pflanze, das Kali in den kohlenhydratreichen Organen; aus den im Absterben begriffenen Blättern findet eine Rückwanderung des Kali und der Phosphorsäure in den Stamm statt. Stoffe, die mit organischen Functionen des vegetativen Lebens eine directe Beziehung nicht besitzen, werden gleichwohl unter Umständen in erheblichen Mengen, zumeist in peripherischen Organen, in der Pflanze festgelegt, wie die Kieselerde in den Zellmembranen der Epidermis, der Kalk in der Form von oxalsaurem Salze, das Jod in Fucus-Arten, die Magnesia im Stamm mancher Baumgattungen.

Wiewohl daher die Mineralstoffe im Allgemeinen die nämlichen Richtungen einschlagen, wie das Wasser, treten doch bei ihren Translocationen besondere physikalische und chemische Gesetze in Mitwirkung.

Leitung der organischen Stoffe in der Pflanze.

Wiederum andere Bahnen, als das Wasser, die Gase und Mineralstoffe, schlagen die organischen Substanzen, die Baustoffe des Zellengerüstes, im Pflanzenkörper ein. Von ihren Bildungsstätten, den durchleuchteten Chlorophyllzellen, wandern die stickstofffreien Stoffe: das Stärkemehl und dessen Aequivalente und Derivate (Zucker, Oel 2c.), entweder direct, oder indem sie unterwegs Metamorphosen erfahren, zu den Orten ihres Verbrauchs: der Zellenbildung, des Wachsthums und der Membranverdickung der Zellen, oder zu Reservelocalen. Der Weg der organischen Substanzen, von der Laubkrone zu den äußersten Wurzelspitzen, mißt nicht selten 100 und mehr Meter. Die Wurzel eines Weinstocks, 3—4 m von der Stammbasis abwärts, strotzt im Winter von Reservestärke. Eine Wanderung von Stoffen durch Zellhäute ist selbstredend nur denkbar im gelösten Zustande. Auch hier sind die Gesetze der Membrandiffusion maßgebend. Die Stärke und das Oel sind zwar unlöslich im Wasser; in verdünnten Säuren und Fermenten aber, wie sie der Zellsaft mancher Gewebe führt, wandelt sich die Stärke in Dextrin, Dextrose, Zucker um. Das im Samen auftretende fette Oel wird in den Keimpflänzchen als Stärke, aus der es ursprünglich hervorgegangen, wieder gefunden. Die genannten und andere Umwandlungsproducte stellen ohne Zweifel die Wanderformen der stickstofffreien Baustoffe dar, wobei vorauszusetzen, daß die in Nachbarzellen übergetretenen Stoffmolecüle sofort wieder als kleinkörnige Wanderstärke niedergeschlagen

werden (Sachs). Bei der Fortleitung der Proteinstoffe scheint den Amiden und amidosauren Spaltungsproducten des Reserve-Legumin (s. u.) eine bedeutsame Rolle vorbehalten zu sein.

Die Fortleitung der plastischen Stoffe in der Stammaxe erfolgt hauptsächlich innerhalb der Rinde abwärts, also entgegengesetzt der Bewegung des Wassers und der Mineralstoffe, unter Umständen jedoch, z. B. dem Bedarf der terminalen Fruchtstände entsprechend, auch aufwärts. Die Siebröhren im Phloëm der Gefäßbündel scheinen die vornehmlichste, wenn auch keineswegs einzige, Bahn für die stickstofffreien Bildungsstoffe zu bilden. Ein ringsum entrindeter Weidenzweig erzeugt, ins Wasser gestellt, nur oberhalb der Schnittwunde Adventivwurzeln, und ein am Stamme geringelter dikotyledonischer Ast, dessen Holzkörper unverletzt geblieben, verdeckt vorzugsweise die obere Randfläche (Fig. 165), weil hier die zufließenden Stoffe, welche die Blätter bereiteten, stauen. Waren aber die Blätter entfernt, so finden Neubildungen nicht statt. An solchen Dikotyledonen, welche innerhalb des Stammes — im Marke — noch isolirte Bündel mit Siebröhren (Fig. 58) führen, ist eine Bildung von Adventivwurzeln auch unterhalb der Schnittwunde zu beobachten, und bei Monokotyledonen erzeugt Ringelung keine Ueberwallung am oberen Wundrande; es entstehen Adventivwurzeln auch unterhalb der Wunde, weil die Gefäßbündel und ihre leitenden Elemente durch den ganzen Querschnitt des Stammes vertheilt sind. Der Inhalt der Cambiumzellen reagirt alkalisch und ist vorzüglich reich an Eiweiß- oder Proteinstoffen. Sie sind nicht bloß Bahnen der Proteinstoffe, auch Verbrauchslocale. Die eigentlichen, stark verdickten Bastzellen kann man entfernen ohne Beeinträchtigung der abwärts erfolgenden Ernährung. Die Milchsaftgefäße führen zwar plastische Stoffe, sind jedoch, obwohl sie verzweigte Netze bilden, zu wenig zahlreich, um in der Regel einen wesentlichen Antheil an der Fortleitung der organischen Stoffe zu nehmen.

Zu Zeiten, wo eine Ueberproduction organischer Stoffe über den Verbrauch hinaus stattfindet, schlägt der Ueberschuß Seitenbahnen ein zu hierfür prädisponirten Organen, um daselbst vorübergehend aufgespeichert zu werden. Derartige Reserveorgane sind die Rhizome, die Samen, und zwar deren Endosperm oder, in dessen Ermangelung, die Kotyledonen; im Stamm der Holzgewächse geht der Ueberschuß, durch Vermittlung der in die Rinde eintretenden Markstrahlen, in den Holzkörper über, erfüllt in jungen Bäumen die Markstrahlen und anderes Holzparenchym, Holzzellen und Mark mehr oder minder vollständig. Man findet alsdann transitorisch Stärkemehl, Gerbmehl und Eiweißstoffe in den bezeichneten Geweben. In älteren Bäumen pflegen nur die äußeren 20 bis 30 Jahresringe Reservestoffe zu führen. Das „reservefähige“ Holz hat bereits Sanio als Splint, das nicht mehr reservefähige als Kern zu charakterisiren vorgeschlagen. Selten finden sich vereinzelte Stärkekörner tief im Innern des Kernes, wahrscheinlich der Resorption seit langer Zeit entgangen (vgl. S. 164). Den Reservelocalen wird das so aufgespeicherte Material späterhin, während der Keimung der Samen, der Entfaltung der Knospen, wieder entzogen. In Holzgewächsen, deren Blüthen vor dem Laubausbruch erscheinen, findet die Consumtion der Reservestoffe zur Zeit der Blüthen-

entfaltung statt. Die Entleerung der Reservelocale von Stärkemehl und Eiweißstoffen schreitet von oben nach unten hin, d. h. von den dem Verbrauchsort benachbarten Orten zu den entfernteren hin, vor, so daß die jüngsten Zweige, und bez. im Stamme die äußeren Jahresringe zuerst erschöpft werden. Der Zustand der Entleerung zählt oft nach Tagen[1]), da alsbald nach der vollendeten Blattausbildung auch die Aufspeicherung wieder beginnt.

Genesis und Metamorphose der organischen Pflanzenproducte.

Assimilation.

Unter Assimilation versteht man die Bildung organischer Stoffe aus den von außen in den Pflanzenkörper eingetretenen unorganischen Verbindungen. Bedingung dieses Vorganges ist die Zusammenwirkung der aus der Wurzel emporgestiegenen Mineralstoffe (einschließlich des Wassers und der Stickstoffverbindungen) mit der aus der Atmosphäre aufgenommenen Kohlensäure, unter Einwirkung von Licht[2]) und Wärme. Die Assimilation ist an das Chlorophyll gebunden. Nichtgrüne Gewächse: Pilze und phanerogamische Schmarotzer (Orobanche, Lathraea, einige nicht grün gefärbte Orchideen) vermögen nicht oder doch nur in dem Maße selbstständig zu assimiliren, als sie Spuren von Chlorophyll enthalten; sie beziehen als Bildungsmaterial bereits assimilirte Stoffe oder Zersetzungsproducte organischer Körper. Auch die Wurzeln, alte Stämme, Blüthen, nicht grün gefärbte Früchte, panachirte oder herbstrothe Blätter entbehren der Assimilationskraft. Wurzelschmarotzer dagegen und solche Parasiten, welche, wie Viscum, in ihren Blättern erheblichere Mengen von Chlorophyll erzeugen, sind in entsprechendem Maße befähigt zu assimiliren. Sehr unerheblich mag die Ausbeute sein, welche auf diesem Wege Neottia nidus avis und einige andere, dem bloßen Auge ungefärbt (nicht grün) erscheinende Gewächse erzielen, obgleich in ihnen sparsame, spindelförmige Krystalle von Chlorophyll entdeckt wurden (J. Wiesner). Dagegen sind manche hochrothe Algen (Florideen) und höhere Pflanzen (Atriplex), da sie Chlorophyll maskirt enthalten, zur Assimilation wohl befähigt.

Die Stätte der ausgiebigsten Assimilation für die stickstofffreien Pflanzenbestandtheile ist das Chlorophyll, mithin die grüne Region der Pflanze, als der Ort, wo der Zellsaft dem Sonnenlichte und der Atmosphäre die größte Bestrahlungs- und Verdunstungsfläche darbietet. Jede Schmälerung des Bestandes von Blattorganen übt daher die eingreifendste Wirkung auf die Bildung organischer Stoffe und den

---

[1]) So fand A. Gris (l. c.) im Januar und Februar die Markstrahlen, Holzparenchym und Mark einer 6jährigen Kastanie mit Reservestärke vollständig erfüllt. Mitte April, während die Knospen noch geschlossen, aber grünlich, waren, zeigten sich die vier jüngsten Holzlagen eines 14jährigen Astes schon wesentlich ärmer an Zahl und Volumen der Stärkekörner, und nachdem am 30. April große Blätter sich entfaltet hatten, war ein 14jähriger Ast aller Reservestoffe beraubt; doch schon am 16. Juni waren die äußersten Jahresringe (Markstrahlen und Holzparenchym) wieder erfüllt.

[2]) J. Böhm sucht allerdings den Nachweis zu führen, daß unter Umständen auch beim Abschluß des Lichtes in Chlorophyllkörnern Stärke gebildet werden könne. (Landw. Vers.-Stat. **23**, 123.)

Zuwachs aus. Entlaubungsversuche an krautartigen[1]) und Holzgewächsen[2]) haben dies thatsächlich erwiesen. Auf die Vergrößerung der assimilirenden Blattflächen ist daher ein reges Augenmerk am Platze. Dabei darf jedoch nicht übersehen werden, daß die Blätter zugleich Verdunstungsorgane sind, denen durch thunlichste Schonung des normalen Wurzelbestandes bei Verpflanzung Rechnung zu tragen ist.

Nicht ganz so zweifellos ist die Bildungsstätte der stickstoffhaltigen Erstlingsproducte der Pflanze. Man hat wohl angenommen, daß in den Wurzeln die ersten stickstoffhaltigen organischen Substanzen aus der dem Boden entnommenen Salpetersäure, im Zusammentreffen mit stickstofffreien, in den Blättern bereiteten Stoffen, gebildet werden. Im Hinblick auf die Schmarotzergewächse ist zuzugestehen, daß das Licht eine unumgängliche Voraussetzung der Erzeugung von Protoplasma so wenig wie von Zellstoff ist. Allein schon die eigenthümliche Vertheilung der Salpetersäure im Körper der grünen Pflanzen scheint dafür zu sprechen, daß die Zerlegung der salpetersauren Salze (wahrscheinlich durch organische Säuren) und die Verwendung der Salpetersäure zu stickstoffhaltigen organischen Körpern gleichfalls in den Blättern stattfindet. Sie verschwindet in dem Maße, wie sie sich den Blättern, den Erzeugern der ersten kohlenstoffhaltigen organischen Stoffe, nähert.[3]) Die Blätter selbst enthalten kaum Spuren von Salpetersäure, welche in größeren Mengen nachweisbar ist in den Basaltheilen des Stammes, als in dessen oberen belaubten Partien, in größeren in den jüngeren, lebhaft wachsenden, als in den älteren Wurzeln ꝛc.

Stoffwechsel.

Die organischen Erstlingsproducte des Pflanzenlebens, sowohl die Nh-, wie die Nf-Körper, werden im weiteren Verlaufe vielfach umgebildet und dadurch in zahllose chemische Combinationen übergeführt. Viele derselben sind als allgemeine Bestandtheile des vegetativen Organismus, andere als specifische Producte gewisser Pflanzengattungen bereits isolirt worden. Man faßt diese Metamorphosen unter dem Namen des pflanzlichen Stoffwechsels zusammen.

Es wirken bei diesen Umbildungen theils organische Säuren, theils sogenannte „Fermente“ mit: Körper, welche die Pflanze selbst zu bestimmten Zeiten und in gewissen Organen erzeugt und welche, ihrerseits in Zersetzung begriffen, die Zersetzung verhältnißmäßig großer Mengen anderer Körper zu veranlassen vermögen, ohne deren Umwandlungen direct zu theilen.

Man unterscheidet organisirte und chemische (von Organismen unabhängige) Fermente. Verschiedene Formen der „Gährung“, d. i. der Umwandlungen von Zuckerarten, werden durch Fermente veranlaßt, welche an den Lebensproceß von niederen chlorophyllfreien Organismen (Pilzen [Saccharomyces], Bakterien)

---

[1]) F. Nobbe, Landw. Vers.-Stat. **4**, 89; **6**, 450.

[2]) Th. Hartig, Botanische Untersuchungen aus dem physiologischen Laboratorium des landwirthschaftlichen Instituts zu Berlin, 1866, 334.

[3]) A. Emmerling, Studien über die Eiweißbildung in der Pflanze. Landwirthschaftliche Vers.-Stat. **24**, 113.

gebunden sind. Die Alkoholgährung der Biere wird in der Hauptsache durch Saccharomyces cerevisiae veranlaßt; die Weinhefe enthält als Alkoholgährungspilze Sacch. ellipsoideus[1]), Karpozyma apiculata[2]), welche beide bereits den reifenden Trauben anhaften und mit ihnen in den Gährbottich gelangen, seltener Sacch. Pastorianus, conglomeratus, exiguus, Reessii rc.

Dagegen wird in den stärkehaltigen Samen während des Keimungsprocesses ein chemisches Ferment (Diastase, Maltin) erzeugt — in besonders großer Menge im Gerstenmalz und im Roggen —, welches die Umwandlung (Spaltung) des Stärkemehls in Dextrin und Zucker (unter Wasseraufnahme) herbeiführt.

$$\underset{\text{2 Stärke.}}{2\,C_6H_{10}O_5} + H_2O = \underset{\text{Dextrin.}}{C_6H_{10}O_5} + \underset{\text{Zucker.}}{C_6H_{12}O_6}$$

Neben den „diastatischen" finden sich in manchen Pflanzen, z. B. Wickensamen, bei der Keimung (Gorup-Besanez[3])) andere Fermente, welche gleich energisch eiweißartige Stoffe in Peptone umwandeln, und es ist die Mitwirkung derartiger diastatischer und peptonbildender Fermente überall da in der Pflanze anzunehmen, wo analoge Umwandlungen von statten gehen.

Das Studium der Successionen im Stoffwechsel wird erschwert dadurch, daß in der durchleuchteten Zelle verschiedene Stoffe gleichzeitig auftreten, von denen mit Sicherheit nicht immer zu entscheiden ist, ob sie einer wahren Neubildung oder der Umsetzung bereits vorhandener Stoffe ihren Ursprung verdanken. Wird eine etiolirte Pflanze ans Licht gebracht, so färben sich zunächst die Chlorophyllkörner, und alsbald treten Stärkeeinschlüsse in denselben auf. Da aber auch aus ölhaltigen Samen im Dunkeln, also unter Ausschluß der Assimilation, erwachsene Keimpflänzchen Stärke, als Umwandlungsprodukt des fetten Oeles, enthalten, so ist die bloße Thatsache des Auftretens von Stärke allein noch kein strenger Beweis für deren Charakter als Assimilationsproduct. Künstliche Synthese und directe Beobachtung haben jedoch manche werthvolle Thatsache in dieser Beziehung ans Licht gefördert.

Da die Zellwand zumeist aus Cellulose oder verwandten Substanzen besteht, und das Protoplasma und seine Verwandten (Grundsubstanz des Chlorophylls) wesentlich ist für die Theilung und Neubildung der Zellen, wie für die Stärkeerzeugung, so stellen diese beiden Stoffe gleichsam die Centralpunkte des Stoffwechsels dar. Zellstoff und Protoplasma aber zerfallen ihrerseits früher oder später, sei es durch Oxydation oder moleculare Umlagerungen, und geben zur Entstehung verschiedenartiger, für die Pflanze meist nicht weiter verwerthbarer Stoffe Anlaß. Man bezeichnet die Reihen organischer Körper, welche zur Bildung von Zellstoff oder Protoplasma hinführen, als Glieder der vorschreitenden Metamorphose; sie sind die Baustoffe des Pflanzenkörpers; diejenigen Substanzen aber, welche aus dem Zerfall jener beiden hervorgehen, als Glieder der rück-

---

[1]) M. Reeß, Ann. der Oenologie **2**, 145.
[2]) Engel, Compt. rend. **74**; 468.
[3]) Gorup-Besanez, Botan. Zeitung **33** (1875), 564.

schreitenden Metamorphose. Die Anzahl der Pflanzenstoffe wird vermehrt durch gewisse Nebenproducte des Stoffwechsels, von denen eine Beziehung zur Cellulose- oder Protoplasma-Bildung nicht bekannt, durch andere, deren Beziehung noch streitig ist.

Begreiflich können verschiedene Bildungsreihen zu einem Endproducte führen. Cellulose kann, wie Stärkemehl, entstehen aus der Spaltung des Protoplasma in diesen stickstofffreien und einem entsprechend stickstoffreicheren Körper; sie kann ebenso entstehen aus den in den Blättern überwiegend auftretenden organischen Säuren (Oxalsäure, Weinsäure, Aepfelsäure, Citronensäure), welche noch relativ reich an Sauerstoff, als die ersten Reductionsproducte der Kohlensäure anzusehen sein dürften und der weiteren Sauerstoff-Entziehung unter Einwirkung des Sonnenlichtes ausgesetzt sind.

Zu den Gliedern der vorschreitenden Metamorphose gehören die Glieder der sogen. Fettreihe (Rochleder), d. i. Stärke, Inulin, Dextrin, Glykoside, Zucker, Fette 2c. in der Reihe der Cellulosebildner, Proteinstoffe, Amide, Amidosäuren 2c. in der Reihe der Protoplasmabildner. Als Glieder der rückschreitenden Metamorphose sind zu nennen: Pektin, Gummi, Pflanzenschleim, Phlobaphene, Wachs, Harze, Huminsäure, Kohlensäure, Wasser und Ammoniak, die Endproducte der Verwesung.

a. Die stickstofffreien Pflanzenstoffe.

Cellulose. — Die Zellsubstanz, Cellulose ($C_6 H_{10} O_5$) ist ein Kohlenhydrat, d. i. ein stickstofffreier Körper, welcher den Wasserstoff und Sauerstoff in dem Verhältniß enthält, in welchem beide Wasser bilden. Die Cellulose findet sich rein in der primären Zellwand. Aus Dextrin und Zucker (Stärke, Inulin) entsteht sie unter der Einwirkung stickstoffhaltiger Substanzen, ist in concentrirter Schwefelsäure löslich, in Aetzkali unlöslich. Durch Jod wird sie gelb, durch Jod und Schwefelsäure sowie durch Chlorzinkjod blau oder violett gefärbt. Ihre Molecüle sind von Wassersphären umgeben; ihre Turgescenz begünstigt die Zwischenlagerung (Intussusception) neuer Molecüle und damit das Wachsthum der Zellhäute.

Die reine Cellulose der jungen Zellmembran erfährt späterhin meistens Veränderungen. Sie „verholzt", „verkorkt", „cuticularisirt" durch Einlagerung heterogener Molecüle, oder wird durch Incrustation mit mineralischen Substanzen (Kieselsäure, Kalk) verändert.

In den Verdickungsschichten der Holzzellen ist die Cellulose durch Lignin oder Holzstoff ($C_{36} H_{26} O_{22}$) incrustirt. Das Lignin ist nach Erdmann[1]) ein Spaltungsprodukt der Glykolignose ($C_{60} H_{46} O_{42}$), welche man aus Tannenholz erhält durch Kochen mit verdünnter Essigsäure, Ausziehen mit heißem Wasser, Alkohol und Aether, und die Lignose liefert beim Kochen mit verdünnter Salpetersäure Cellulose. Im Eichenholz fanden Fremy und Terreil[2]) 40 Proc. Cellu-

[1]) Ann. Chem. Pharm. 138, 1. Suppl.-Bd. V. 223.
[2]) Compt. rend. **66**, 456 (Ann. Chem. Pharm.).

lose, 40 Proc. incrustirende Substanz und 20 Proc. einer der Cuticula der Blätter ähnliche „Cuticularsubstanz“. Die incrustirende Substanz ist ihrerseits nicht einfach, sondern ein Theil derselben löst sich in siedendem Wasser, ein anderer unmittelbar in Alkalien, der Rest erst nach vorgängiger Einwirkung von Chlorwasser.

Die Lignose wird durch Jod und Schwefelsäure nicht, durch Salzsäure anfangs gelblich, später grünlich, durch schwefelsaures Anilin intensiv gelb gefärbt. Ein sehr empfindliches Reagens auf Holzsubstanz in verholzten Geweben ist, nach Wiesner[1]), das Phloroglucin, welches schon in sehr verdünnten Lösungen (bei 0,9—0,01 Proc. sofort, bei 0,001 Proc. nach längerem Liegen des Holzspans in der Flüssigkeit) auf Zusatz eines Tropfens Salzsäure intensiv rothviolett färbt. Von dem Korkstoff (Suberin), mit welchem sie die Löslichkeit in erwärmtem Kali theilt, unterscheidet sich die Lignose durch ihre Auflösung bei der Maceration mit Salpetersäure oder einem Gemisch derselben mit chlorsaurem Kali, sowie in concentrirter Schwefelsäure, während Korkstoff dieser Behandlungsweise widersteht.

Die steinigen Concretionen in den Birnen untersuchte J. Erdmann und fand, daß sich diese Bildungen ($C_{29}H_{36}O_{16}$) durch Salzsäure, welche er Glykodrupose nennt, und als identisch mit dem „Steine“ der Drupaceen vermuthet, in Traubenzucker (nebst einer kleinen Menge Humussubstanz als secundärem Spaltungsproduct) und ein grauröthliches Residuum von der Formel $C_{12}H_{20}O_8$, spalten läßt.

Stärkemehl (Amylum). — Die Stärke ($C_6H_{10}O_5$) wird im grünen Protoplasma autochthon aus unorganischem Material gebildet. In den Chlorophyllkörnern lassen sich nach Entfernung des Farbstoffs mittelst Alkohols und Aufquellung mittelst Kalis die ersten Bildungsstadien dieses Kohlenhydrats als winzige Körnchen nachweisen. Die ursprüngliche Erzeugung des Amylum (im Protoplasma) ist an das Licht gebunden; die Umbildung fetter Samenöle in Stärke (im Keimproceß), die Wanderung der letzteren zu Reservelocalen und Bildungsstätten, sowie ihre nachmalige weitere Metamorphose gehen dagegen auch im Dunkeln von statten.

Seiner Organisation nach besteht das Stärkekorn aus concentrisch um einen Kern gelagerten Zonen, welche durch Intussusception (Einlagerung neuer Molecüle) wachsen (Nägeli)[2]) und in Folge ungleichen Wassergehalts — die inneren Schichten der Zonen sind wasserreicher — mehr oder minder scharf optisch begrenzt erscheinen. In jeder Zone sind zwei chemische Substanzen: die leicht lösliche Granulose und die schwerer lösliche Stärke-Cellulose in inniger Durchdringung aber ungleichmäßig vertheilt, in der Art, daß die erstere an den äußeren, die letztere an den inneren Partien jeder Zone überwiegt, an keinem Punkte aber eine dieser Substanzen gänzlich fehlt. Die Jodreaction (Blaufärbung, Jodstärke) des Stärkekorns ist hauptsächlich der Granulose eigen. Im polarisirten Lichte zeigen die Stärkekörner eigenthümliche Kreuze (Fig. 331).

Die äußere Gestalt des ausgewachsenen Stärkekorns ist, nach Maßgabe der

---

[1]) J. Wiesner, Sitzungsber. der Wiener Akad. der Wissensch. **77** (1878).
[2]) Nägeli, die Stärkekörner.

Pflanzenart, sehr mannichfaltig: rundlich linsenförmig, eiförmig (mit excentrischem, bald am spitzen [Fig. 332 A], bald am stumpfen Ende [Fig. 332 B] liegendem Bildungskern), oft stäbchenförmig oder unregelmäßig (Fig. 333 a). Auch kommen zusammengesetzte Stärkekörner mit bald zwei bis fünf (Fig. 22; 334), bald 20,000 bis 30,000 Kernen mit besonderer Schichtung (Theilkörnern [Fig. 333 b]) vor, umhüllt von einer stärker oder minder stark entwickelten gemeinsamen Schichtung, wonach man „halb" und „ganz zusammengesetzte" Körner unterscheidet. „Unecht zusammengesetzt" nennt man die Klumpen isolirter durch gegenseitigen Druck mehr oder minder abgeplatteten Stärkekörner. Selten schließt das Stärkekorn — durch Theilung des primären Kernes — zwei oder mehrere Kerne (Fig. 335) als Schichtungscentra ein. Am größten ist der Wassergehalt des Kernes.

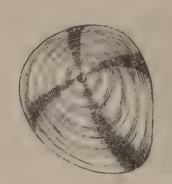


Fig. 331. Stärkekorn von Maranta indica in polarisirtem Lichte (Vgr. 420).

Ist in der Hauptsache die Pflanzenart für die Gestaltungsverhältnisse der Stärkekörner maßgebend, so findet man doch bisweilen einfache und zusammengesetzte Körner in dem nämlichen Organe beisammen (Fig. 22). In gewissen Lebensstufen findet sich Stärkemehl, als Rückbildungsproduct, selbst in solchen Pflanzen, deren

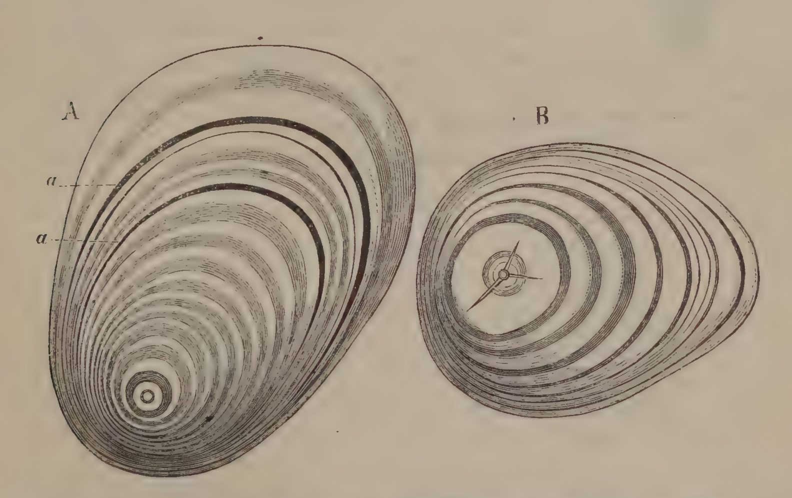


Fig. 332. Stärkemehlkorn A aus der Kartoffelknolle; B von Maranta indica (Vgr. 990).

Reservestoff Inulin, Zucker oder fettes Oel ist (in Keimlingen aus ölhaltigen Samen, in der Runkelrübe beim Austreiben 2c.); es bekundet sich auch hierin die verbreitete Aufgabe, welche das in Frage stehende Kohlenhydrat im Stoffwechsel zu übertragen hat.

Aus dem Marke verschiedener Palmen (Sagus farinifera, Rumphii. Caryota

urens) und Cycadeen (Cycas circinalis) wird durch einfaches Kochen mit Wasser und Aufschlämmen das reichlich aufgespeicherte Stärkemehl in großen Massen technisch gewonnen und als „echter Sago" in den Handel gebracht. Das Arrow-Root ist die Stärke der Maranta indica (Fig. 332 B).

Inulin (Sinistrin) ($C_6 H_{10} O_5$), ein mit dem Stärkemehl und der Cellulose isomeres Kohlenhydrat, welches außer in manchen Compositen und Flechten (Isländisches Moos), in denen es lange bekannt war, neuerdings auch in vielen anderen Pflanzenfamilien als Reservestoff nachgewiesen wurde (G. Kraus), u. a. in den unterirdischen Lokalen von Campanulaceen, Lobeliaceen, Goodeniaceen, Strylideen ꝛc., bei der auf Madeira heimischen Campanulacee Musschia auch im holzigen Stamme. — Das Inulin tritt im Zellsaft gelöst oder in großen Sphärokrystallen auf; es wird, wie Stärkemehl (künstlich durch Kochen in sehr verdünnter SO_3), in Traubenzucker übergeführt. In der Pflanze vollzieht sich dieser Umwandlungsproceß spontan. Die Knollen der Topinambourpflanze, Helianthus tuberosus, welche Inulin als Reservestoff führen, schmecken im Herbst kohlrabiartig, nehmen aber im Laufe des Winters einen immer intensiver süßen Geschmack an, und ihre Lösung wird rechtsdrehend, während Inulinlösungen das polarisirte Licht nach links drehen.

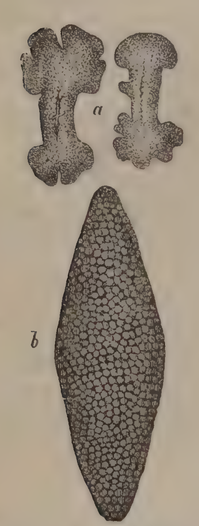


Fig. 333. a Knochenstärke von Euphorbia neriifolia L.; b zusammengesetztes Korn aus dem Eiweiß von Spinacia glabra (nach Nägeli).

Dextrin (Stärkegummi), gleichfalls isomer dem



Fig. 334. Zusammengesetzte Stärkekörner (a zweitheiliges, b dreitheiliges Korn) aus den Samenlappen der Stieleiche (Vgr. 420).



Fig. 335. Stärkekorn aus der Kartoffel mit getheiltem Kern (nach Nägeli).

Stärkemehl, entsteht aus letzterem durch die Einwirkung höherer Wärmegrade, Speichel, Pepsin, verdünnter Säuren (bei Siedhitze), durch Fermente. Außer der Diastase und dem Maltin, welche sich beim Keimproceß einiger Samen in größeren Mengen entwickeln, scheinen andere, chemisch noch nicht näher bekannte Fermente im lebenden Organismus zu entstehen, indem gewisse Stoffe, vornehmlich

wohl Eiweißstoffe[1]), unter der Einwirkung von Sauerstoff durch leichte chemische Umänderungen die Eigenschaften der Fermente erlangen. Das Dextrin kommt daher in lebhaft vegetirenden und solchen Zellen häufig vor, in denen Stärkemehl gebildet und umgewandelt wird, und geht weiterhin in Zucker über.

Zucker. — Unter der Einwirkung von Fermenten (Diastase, Maltin ꝛc.) wird die Stärke in Dextrin und einen Kupferoxyd reducirenden Zucker umgewandelt. Zuckerartige Substanzen treten in den Pflanzen in der verschiedensten Modification und mit den verschiedensten Eigenschaften auf. Selten findet sich Zucker schon, an Stelle der Stärke, in den Chlorophyllkörnern (Allium).

Der Rohrzucker ($C_{12}H_{22}O_{11}$) dreht die Polarisationsebene nach rechts, ist krystallisirbar. Er findet sich verhältnißmäßig selten im Pflanzenreiche: außer im Zuckerrohr (Saccharum officinarum) und in den Wurzeln von Beta vulgaris noch im Frühjahrssaft des Zuckerahorn (Acer saccharatum), im Fruchtfleisch des Johannisbrod (Ceratonia siliqua), in den Früchten von Rubus idaeus, dem ausgepreßten Safte der unreifen Wallnuß, den Blüthen von Rhododendron ponticum u. a. Durch Säuren, und selbst durch Wasser von gewöhnlicher Temperatur wird der Rohrzucker in andere Modificationen umgewandelt; in den meisten Obstarten geschieht das schon während des Reifens.

Der Traubenzucker (Glykose) ($C_6H_{12}O_6$) ist gleichfalls „rechtsdrehend", nicht krystallisirbar und bildet, weit verbreiteter im Pflanzenreich, als der Rohrzucker, einen Bestandtheil der meisten süßen Früchte und Wurzeln, des Frühjahrssaftes der Birken, der Weintrauben ꝛc. Der Ueberzug auf getrockneten Pflaumen wird (nach Hebberling) durch Traubenzucker gebildet, dem einige Mineraltrümmer, Sporen und Fäden von Pilzen, Pflanzenüberreste und einzelne Stärkekörner beigemengt sind.

Von dem Traubenzucker unterscheidet sich der Fruchtzucker (Levulose), bei übrigens isomerer Zusammensetzung, durch leichtere Löslichkeit und dadurch, daß er die Polarisationsebene nach links dreht. Die Levulose kommt neben Rohr- und Traubenzucker in den meisten süßen Früchten vor. Ein Gemisch von Trauben- und Fruchtzucker bildet den „Invertzucker".

Von anderen im Pflanzenreiche verbreiteten Zuckerarten ist zu erwähnen der Mannazucker oder Mannit ($C_6H_{14}O_6$), in der Rinde der Eschen, des Liguster, der Granatwurzel, im „Honigthau" der Linde, in den Blättern der gemeinen und Manna-Esche (Fraxinus Ornus) und des Flieders, den Oliven, Kaffeebohnen. Die Kalifornische Zuckerkiefer Pinus Lambertiana Dougl. enthält in ihrem Safte Pinit oder Fichtenzucker ($C_6H_{12}O_6$), die aus Australischen Eukalyptus-Arten durch Insecten erzeugte Manna enthält Melitose oder Eukalyptuszucker ($C_{12}H_{22}O_{11} + 3H_2O$). In Achras sapota, einem Baum aus der Familie der Sapotaceen, wurde der im Thierreich häufige, krystallisirbare und rechts polarisirende Milchzucker ($C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O$) nachgewiesen und aus den Blättern der Esche von Gintl der seitdem auch in anderen Pflanzen aufgefundene Inosit oder Fleischzucker,

---

[1]) J. Baranetzky, die Stärke umbildenden Fermente in den Pflanzen. Leipzig 1878.

isomer mit Traubenzucker, gewonnen. Die Nadeln von Abies pectinata enthalten als eigenthümliche Zuckerart den Abietit (Rochleder) ꝛc.

Fette Oele. — Viele Pflanzen führen in ihren Reservelocalen fette Oele als Reservestoffe. Selten wird in den Chlorophyllkörnern fettes Oel statt Stärke erzeugt (Briosi). Spuren von Fett treten wohl in den meisten Pflanzen und Pflanzentheilen auf. Die Menge des Oeles beträgt:

in den Oliven			21	Proc.
„ „	Samen der	Haselnuß	58	„
„ „	„ „	Buchen	16	„
„ „	„ „	Wallnuß	50	„
„ „	„ „	Cornus	17	„
„ „	„ „	Linden	40	„
„ „	„ „	Kiefern	25	„
„ „	„ „	Fichten	24	„
„ „	„ „	Mandeln	38	„
„ „	„ „	Elaeis guin.	53	„

Sie sind Gemische von Glyceriden oder zusammengesetzten Aethern des Glycerin ($C_3H_8O_3$), in welchen sich Fettsäuren mit Glyceryloxyd in verschiedenem Verhältniß der Basicität vereinigen. So enthält das Samenöl von Evonymus essigsaures Lipyloxyd ($C_9H_{14}O_6$).

Die fetten Oele entstehen wahrscheinlich aus Kohlenhydraten, häufig aus Stärke. In der Olivenfrucht, wo die Bildung des fetten Oeles an Ort und Stelle, in besonderen Secretionszellen in der Nähe der Chlorophyllzellen sich vollzieht, verwandelt sich der amorphe, noch unbestimmte Zellinhalt nach und nach in fettes Oel.[1]) Es liegt nahe, den in den Oleaceen (Fraxinus ꝛc.) so verbreiteten Mannit als Matrix des fetten Oeles in Anspruch zu nehmen, wie es von de Luca geschehen. Zwar wies A. Funaro nach, daß nur in den Monaten November bis Februar bestimmbare Mengen (1,3—1,6 Procent) Mannit in den Olivenblättern vorkommen, und folgerte daraus, daß der Mannit mit der Bildung des fetten Oeles nichts zu thun habe. Allein der Beweis ist nicht zwingend, da die Zeiten lebhafter Consumtion selbstredend eine Anhäufung des Bildungsmaterials verhindern.

In den Früchten und Samen erfährt das fette Oel während des Keimungsprocesses durch Oxydation eine Rückbildung in Stärke und Zucker, wodurch seine physiologische Bedeutung hinlänglich charakterisirt ist.

Pflanzenwachs. — Das vegetabilische Wachs, als Ueberzug (Reif, Pruina) von Blättern, Früchten, Zweigen besteht meistens aus Glyceriden von Fettsäuren. Es schmilzt z. Th. bei Temperaturen unter 100° C., löst sich in siedendem (nicht in kaltem) Alkohol und anderen Lösungsmitteln der Fette. In gewöhnlicher Temperatur ist das Pflanzenwachs plastisch glänzend, in der Kälte-brüchig.

Sehr selten findet sich Wachs im Zellinnern, z. B. in älteren Chlorophyllkörnern, in der Regel tritt die Wachsmasse an der Außenfläche der Organe, aus der unverändert zurückbleibenden, oft stark verkieselten Epidermis resp. Cuticula

---

[1]) C. Harz, Journ. Chem. Pharm. **19**, 161. — Roussille, Ann. agronom. 1878 August. — Ang. Funaro, Landw. Vers.-Stat. **25**, 52.

hervor (vergl. S. 106). Der Wachsüberzug der Oberhaut tritt, nach A. de Bary[1]) in vier Hauptformen auf: stäbchenförmig (Fig. 85), ferner reifartig (Pruina), wobei man gehäufte (mehrschichtige) Ueberzüge (Lonicera implexa, Eukalyptus globulus, Blätter von Abies pectinata ꝛc.) von dem einfachen Körnerüberzug (Blätter von Populus tremula) unterscheidet; endlich mächtige Krusten bildend, welche an den Früchten von Myrica cerifera bis zu 5 Proc. des Gewichtes der Beere ausmachen, und von den Wachspalmen (Ceroxylon andicola H. B. und Klopstockia cerifera Karst. [Fig. 84]), wo sie die Dicke von 5 mm erreichen, sowie der Canauba-Palme (Copernicia cerifera Mast.) für den Handel geworben werden.

Der Entstehungsort des Wachs sind ohne Zweifel die Cuticularschichten der Epidermiszellen. Nur in diesen, nicht in dem Protoplasma und dem Zellinhalte sind die ersten Spuren desselben nachweisbar. Das Material für die Wachsbildungen liefern wahrscheinlich die in dem chlorophyllhaltigen Protoplasma erzeugten Kohlenhydrate. Da das Wachs sauerstoffärmer ist, als letztere (nach Uloth $C_{26}H_{16}O_4$ für Acer striatum), ist der Vorgang ein Reductionsproceß. Die Membranen wachsabscheidender Epidermen sind von Wachsmolecülen durchdrungen. Erwärmung entsprechender Schnitte auf nahezu 100° C. lassen nach de Bary große durchsichtige Tropfen einer geschmolzenen farblosen Substanz aus den Außen- und den Seitenflächen austreten, welche, in kaltem Alkohol unlöslich, in nahezu siedendem vollständig gelöst werden, also ein dem Wachs gleiches Verhalten zeigen. Die nämliche Behandlung lehrt, daß auch in der Epidermis mancher Pflanzen, welche eine Efflorescenz von Wachs nicht darbieten, dennoch eine Einlagerung von Wachsmolecülen stattfindet.

Sacharogene. — Eine in den Pflanzen weit verbreitete Gruppe stickstofffreier Körper, welche durch Alkalien oder Fermente, sowie beim Kochen mit Säuren, unter Aufnahme von Wasser, in irgend eine Zuckerart und andere Körper zerspaltet werden. Ist der so entstehende Zucker Traubenzucker (Glykose), so wird das Sacharogen Glykosid genannt (Rochleder). Doch gebraucht man letzteren Namen auch für die Gruppe der Sacharogene überhaupt. Es gehören zu ihnen die meisten Gerbsäuren, Bitterstoffe, viele Farbstoffe ꝛc. So spaltet sich das Pinipikrin, $C_{22}H_{36}O_{11}$, welches in der Rinde, Borke und in den Nadeln der Kiefer, auch in Thuja orientalis, vorkommt, beim Kochen mit verdünnten Säuren in Glykose ($C_6H_{12}O_6$) und Ericinol ($C_{10}H_{16}O$), ein ätherisches Oel, welches in Berührung mit der Luft leicht in Harz umgewandelt wird. In dem Cambialsaft der Nadelhölzer tritt das Coniferin ($C_{16}H_{22}O_8$) auf, ein Glykosid, welches auf frischen Schnitten durch Bast und junges Holz nach Zusatz von conc. Schwefelsäure eine violette Farbe annimmt und mit verdünnten Mineralsäuren, unter Entwicklung von Vanillegeruch, rechtsdrehenden Zucker und ein bläuliches Harz ($C_{10}H_{12}O_3$) giebt, aus welchem letzteren durch Oxydation das Vanillin ($C_8H_8O_3$) dargestellt wird. In der That wird bei der technischen Darstellung

[1]) Botanische Zeitung **29** (1871), 128; 589.

des Coniferin aus Cambialsaft als Nebenproduct Syrup gewonnen (ca. 30 Ltr. auf 1 kg Coniferin), welcher zu Branntwein verarbeitet wird.[1]) Von andern Glykosiden liefert das Aesculin in der Rinde der Roßkastanie bei seiner Spaltung (neben Zucker) das bittere Aesculetin, das Glykosid Fraxin oder Paviin in der Rinde von Fraxinus (und Aesculus) liefert Fraxetin; das Glykosid Frangulin oder Rhamnoxanthin — in der Stamm- und Wurzelrinde, den Beeren und Samen von Rhamnus Frangula und in Rinde und Samen von Rh. cathartica — liefert so Frangulinsäure ꝛc.

Gerbstoffe. Gerbsäuren. Tanninstoffe. — Eine große Gruppe stickstofffreier organischer Körper, für welche die Gallusgerbsäure (Tannin [$C_{14}H_{10}O_9$]) der Gallen von Eichen- und Rhus-Arten als Typus gelten kann. Sie treten auf in parenchymatischen Geweben, namentlich reichlich in Rinde und jungem Holz perennirender Gewächse, in grünen Frucht- und Samenschalen (Hülsen einiger Acacien, Wallnuß), in der Cupula von Quercus Vallonia ꝛc. und in krankhaften Wucherungen (Gallen, Knoppern). Mit Eisenoxydsalzlösungen behandelt charakterisiren sich die zahlreichen Arten von Gerbstoffen — fast jede Pflanzengattung erzeugt eine besondere, chemisch und physikalisch verschiedene Gerbsäure — durch einen theils grünen, theils schwarzblauen Niederschlag. Zu den letzteren gehört die Gallusgerbsäure („Tannin"). Mit Proteinstoffen gehen die Gerbsäuren unlösliche Verbindungen ein (Lohgerberei). Sie sind entweder im Zellsaft gelöst, wohl auch Stärkekörner imprägnirend (Th. Hartig's „Gerbmehl"), oder als rundliche, von einer Plasmahülle umschlossene Gebilde ausgeschieden: so namentlich in den Rinden von Quercus, Betula u. a. als Gerberlohe verwendeten Baumrinden. Ihre Durchgangsfähigkeit ist gering; sie scheinen an oder nahe dem Orte ihrer Entstehung zu verbleiben. Die beim Trocknen z. Th. schwarz werdenden Blätter mancher Pflanzen (Erica, Ledum, Thea, Pyrola u. a.) sind reich an Gerbstoffen. Die Eichenblätter enthalten neben Ellagsäure eine beachtenswerthe Menge von Eichenrindegerbsäure.[2]) Der in der Wurzelrinde des Apfelbaums auftretende Gerbstoff wurde von Rochleder als identisch mit dem in verschiedenen Organen der Roßkastanie enthaltenen nachgewiesen.

Gleich den Glykosiden sind die Gerbsäuren spaltbar in Zucker und entweder Säuren oder indifferente braune Substanzen. Es zerfällt z. B. die Galläpfelgerbsäure in Zucker und Gallusgerbsäure[3]), die Chinagerbsäure (in der Chinarinde) in Zucker und „Chinaroth".[4]) Als eigentliche Glykoside können sie gleichwohl nicht aufgefaßt werden, weil sie stets amorph, die Glykoside aber fast alle krystallisirt sind.

---

[1]) Man gewinnt den Cambialsaft im großen Maßstabe durch Auftupfen vom frisch entrindeten Stamme mittelst Schwämmen, welche in Kübel ausgedrückt werden, und nachfolgendes Abschaben des Stammes mit breiten Messern. Eine Fabrik in Baden (Forbach) erzielt auf diese Weise eine jährliche Ausbeute von 80—120 kg Coniferin zur Vanillinbereitung (s. u. S. 369), eine Menge, welche 6400—9600 Ltrn. Cambialsaft entspricht, da 80 Ltr. 1 kg Coniferin liefern.

[2]) J. Oser: Ueber die Gerbsäuren der Eiche. Sitzungsber. der Wien. Akad. d. Wiss. 1875.

[3]) H. Hlasiwetz, Ann. der Chemie und Pharmacie. 143, 290.

[4]) O. Rembold, Journ. für prakt. Chemie 102, 62.

Die Gerbstoffe als Excretionsproducte der Pflanzen zu betrachten, verbietet ihre vielfache Umbildung zu Harzen &c. und ihre sehr labile Natur. Die in den unreifen Frucht- und Samenschalen oft in großen Mengen enthaltenen Gerbstoffe nehmen während der Reifung bis zum völligen Verschwinden ab, und bilden sich auf's Neue bei der Keimung der Samen, sowie beim Erwachen der Vegetation. Der Frühling ist daher die Zeit für die Werbung der Eichenrinde zur Gerberlohe. Man unterscheidet, je nach dem Alter des Holzes, Jung-, Spiegel- oder Glanz- und Grobrinde, die von sehr ungleichem Werthe sind. Letztere enthält oft nur 6 Procent, die Spiegelrinde bis 15 u. m. Proc. Gerbstoff. A. Wolf bestimmte den Gerbstoffgehalt von Quercus pedunculata und fand in Winterrinde 8,76 Proc., in Frühjahrsrinde 15,43 Proc., in Sommerrinde 10,70 Proc. Gerbstoff. Die durch Kochen mit verdünnten Säuren, auch schon durch feuchte Lagerung aus dem Tannin entstehende Gallussäure ($C_7 H_6 O_5$) ist zum Gerben ungeeignet.

In den hauptsächlich zur Gerberei verwendeten Materialien betrug der Gerbstoffgehalt:

in bester Eichenrinde	19—21	Proc.	nach	Fehling
„ alter „	9—16	„	„	„
„ junger „	15,2	„	„	Davy
„ „ „ im Frühjahr	22,0	„	„	Davy und Geiger
„ Valonia	32,4	„	„	Handtke
„ Fichtenrinde	5— 7	„	„	Fehling
„ „ vom „2. Saft“ 15—20jähr.	10,8	„	„	Fraas
„ „ 20—30jährig	8,0	„	„	„
„ „ 30—40jährig	7,5	„	„	„
„ „ 40—50jährig	10,7	„	„	„
„ „ 80—100jährig	8,7	„	„	„
„ Lärchenrinde	1,6	„	„	Davy
„ Birkenrinde (Betula alba)	1,6	„	„	„
„ „ (Betula pubescens)	5,3	„	„	Fraas
„ Buchenrinde	2,0	„	„	Davy
„ Ulmenrinde	2,9	„	„	„
„ Eschenrinde	3,3	„	„	„
„ Erlenrinde	36,0	„	„	Gassincourt
„ Salix purpurea im Herbst	5,0	„	„	Fraas
„ Dividivi	36,0	„	„	Handtke
„ „	32,5	„	„	Fleck
„ „	49,2	„	„	Müller
„ Sumach	17,8	„	„	Handtke
„ „	19,3	„	„	Müller
„ beste Galläpfel	77,3	„	„	„
„ Chinesische „	65,5	„	„	„
„ „ „	58,7	„	„	Fleck.

Den Gerbstoff Phyllaescitannin ($C_{52} H_{24} O_{26} + 2 H O$) fand F. Rochleder[1]), dem wir über den Chemismus des Pflanzenlebens viele inhaltsreiche Aufklärungen verdanken, in den ganz jungen, noch von den Knospenschuppen umhüllten Blättern der Roßkastanien: schon einige Stunden nach der Entfaltung der Knospen wurde derselbe nicht mehr gefunden. Er war unter der reducirenden Einwirkung des Lichtes, durch Verlust von 2 O, in den gewöhnlichen Kastaniengerbstoff ($C_{52} H_{24} O_{26}$) übergegangen.

[1]) Journ. für prakt. Chemie **100**, 363.

Besonders hervortretende Beziehungen haben die Gerbstoffe zu manchen **Farbstoffen.** — In dem noch ungefärbten Zellsaft der Blüthen ist häufig eisengrünender Gerbstoff enthalten, welcher mit der Entwicklung der Farben mehr und mehr zurücktritt. Das Pigment an der Sonnenseite rothgefärbter junger Zweige ist sehr häufig beschränkt auf die Epidermis oder die unter derselben liegenden Rindenzellen, welche gleichfalls, außer Chlorophyll und Stärkemehl, viel eisengrünenden Gerbstoff und gerbstoffartige Verbindungen zu enthalten pflegen (Acer striatum nach Uloth[1])).

Nach Untersuchungen von Wigand soll aus Gerbstoff auch das im Zellsafte gelöste Anthocyan hervorgehen, welchem die rothen und blauen Blüthen, sowie viele beerenartige Früchte ihre Farbe verdanken, insofern bei diesen die Farbe in der Oberhaut oder doch den zunächst unter derselben gelegenen Zellen ihren Sitz hat; beide Farben sind nur unwesentliche Modificationen desselben Stoffes. Ist aber bei Früchten das Fruchtfleisch gefärbt, so beruht die Farbe auf runden oder spindelförmigen im Zellsafte schwimmenden Körperchen. Die gelbe Farbe der Blüthen rührt zum Theil auch von einem im Zellsafte gelösten Farbstoffe her (Georginen, Stockmalve ꝛc.), viel häufiger aber von dem aus dem Chlorophyll hervorgehenden Anthoxanthin. Mischfarben aus roth und gelb sind entweder nur Abstufungen eines der beiden Farbstoffe, oder sie entstehen durch gleichzeitiges Vorhandensein beider in demselben Blumenblatte. Der Farbstoff, welcher die rothe Färbung der Laubblätter verschiedener Pflanzen im Herbste vor dem Abfalle veranlaßt (Quercus rubra, coccinea, Ampelopsis hederacea, Kirschen ꝛc.), ferner der Blätter eben sich entwickelnder Triebe (Crataegus, Johannistriebe der Eichen ꝛc.) und der bis in den hohen Sommer roth bleibenden Blätter der Blutbuche und Bluthasel ꝛc. verdankt nach Wigand seine Entstehung ebenfalls dem Gerbstoffe; er ist im Zellsafte gelöst, und findet sich vorzüglich in den chlorophyllfreien Zellen der Oberhaut, seltener auch in anderen Zellen neben Chlorophyll.

Die lebhaftesten Blüthenfarben entwickeln, wie bereits oben (S. 40) erwähnt, die Gewächse der heißen Zone. Isatis tinctoria liefert in Norwegen kein Indigo (Berzelius). Die größte Zahl farblos oder (durch Ausscheidung von Luft in die Intercellularräume) weiß blühender Pflanzen findet sich in hohen geographischen Breiten. Die weißblühenden Arten verhalten sich zu den in anderen Farben blühenden

in der Flora Lapplands wie 100 : 193
„ „ „ Deutschlands „ 100 : 296.

In Lappland sind darnach etwa ein Drittel sämmtlicher Blüthen bei vollkommen ausgebildeten Pflanzen weiß, in Deutschland nur ein Viertel. Bemerkenswerth erscheint im Gegensatz hierzu die intensivere Färbung der Blüthen, welche man in höheren Breiten und auf Bergen im Vergleich zu denselben Species der gemäßigten Zone und Ebene beobachtet, sowie der Umstand, daß weißblühende Arten (Achillea) im Norden häufiger roth gefärbt angetroffen werden.

[1]) W. Uloth, Flora **50**, 385.

Viele Pigmente verdanken ihre Entstehung, wie es scheint, direct oder indirect dem Stärkemehl, andere, namentlich gelbe und orangefarbene, einer „Degradation" des Chlorophylls (J. Sachs), indem dieses in den betreffenden Organen seine grüne Farbe in grüngelb, gelbgrün, gelb und orange verändert. Bei der Verfärbung mancher Blätter im Herbst läßt sich ein ungleichmäßiger Fortschritt beobachten, indem einzelne Partien der Blattfläche noch grün gefärbt sind, während die größere Fläche bereits gelb erscheint.

Wie die weiße Farbe mancher Blumenblätter hervorgebracht wird durch Luftgehalt in den subepidermoidalen Geweben, und verschwindet, wenn diese Luft entfernt wird, so sind auch andere Farben (braun) manchmal lediglich optische Phänomene, hervorgebracht durch Mischung verschiedener Pigmente.

Schwarz kommt im Pflanzenreich nur bei einigen Farbhölzern vor, z. B. im Kern des Ebenholzbaumes Diospyros ebenum L. (der Splint ist weißlich); häufig wird als „schwarz" bezeichnet, was nur tief violett, blau oder roth ist; so wie die graue Farbe (nach Hildebrand) durch hellblauen oder hellvioletten Zellsaft, in welchem goldgelbe Körner suspendirt sind, hervorgerufen wird. Der Farbstoff der tropischen Farbhölzer ist theils im Zellsafte enthalten (formlos, körnig oder in harzigen Tröpfchen), theils sind die Membranen der Holzzellen damit imprägnirt. Beim Gelbholz ist die Zellwand citronengelb (Maclura tinctoria; Berberis) oder grüngelb (Rhus cotinus) gefärbt.

Chromogene nennt man an sich ungefärbte Pflanzenbestandtheile, welche durch Umwandlungen gefärbte Stoffe erzeugen. Die sogen. Farbhölzer enthalten z. Th. nur Chromogene. Das Campeche- oder Blauholz (Haematoxylon campechianum) enthält im frischen Zustande Hämatoxylin ($C_{16}H_{14}O_6$), aus welchem beim Liegen an der Luft das Hämateïn hervorgeht, welches mit Basen blau violett oder roth gefärbte Verbindungen erzeugt. Der Farbstoff des Fernambuk- oder Rothholzes (Caesalpinia echinata u. a. Arten) ist an sich goldgelb, wird aber an der Luft roth. Manche Flechten enthalten organische Säuren, welche den Charakter von Chromogenen tragen, indem sie der Umwandlung in Farbstoffe fähig sind. Das Indican ist eine in Pflanzen verbreitete Substanz, aus welcher durch Gährung und Sauerstoffzufuhr der Indigo gebildet wird.

Phlobaphene. — Die Borke der meisten Bäume wird braun gefärbt durch eine Gruppe von amorphen braunrothen Körpern, welche sich durch Alkohol und durch verdünnte Alkalien ausziehen lassen und durch Wasser und verdünnte Säuren wieder flockig gefällt werden. Man nennt diese Körper Phlobaphene oder Rindenfarbstoffe und unterscheidet (nach Rochleder) Eichenphlobaphene ($C_{52}H_{24}O_{28}$), Fichten-, Birken-, China-Phlobaphen ꝛc. Sie sind ein Product der rückschreitenden Metamorphose. Auch die Phlobaphene stehen, nach H. Hlasiwetz[1]), mit Gerbsäuren in einem genetischen Zusammenhange.

Harze. — Die Harze sind Zersetzungsproducte absterbender Zellmembranen, bisweilen aber auch von Stärkemehl (Granulose), und stets Gemische verschieden-

[1]) Ann. Chém. Pharm. **143**, 290.

artiger Körper. Nach dem Erlöschen der Lebensthätigkeit zerfällt die erweichte Zellwand vieler Holzzellen (Coniferen) der Harzmetamorphose. Nach Wigand schreitet die Harzbildung in der Zellmembran von Innen nach Außen vor. Auch die Stärke, welche im normalen Lebensprocesse in Dextrin, Zucker, Gerbsäure ꝛc. umgebildet wird, kann in absterbenden Geweben der Harzmetamorphose verfallen. In beiden Fällen scheint der Gerbstoff ein Zwischenglied der Metamorphose zu bilden; man kann sich durch fortgesetzte Reduction Cellulose (oder Granulose), Gerbstoff, Harzsäuren und ätherische Oele aus einander hervorgehend denken.

Die echten Harze sind hart und mehr oder minder spröde (Hartharze) oder weich (Weichharze), lösen sich in Alkohol, Aether, Schwefelkohlenstoff, nicht in Wasser; brennen mit leuchtender oder russender Flamme; sie sind sauerstoffarm, stickstofffrei. Ihr wesentlicher Bestandtheil sind Harzsäuren (Pimarsäure, $C_{20}H_{30}O_2$ in Pinus maritima, Sylvinsäure ꝛc.), welche mit Alkalien sich zu Harzseifen verbinden. Letztere sind in Wasser löslich und schäumen. Unter den Stoffen, welche die Harze in der Regel einschließen, sind die ätherischen Oele — aus denen man sie früher durch Oxydation entstanden glaubte — von Bedeutung, indem ein größerer Gehalt an solchen die Harze flüssig macht. Die flüssigen Harze nennt man Balsame. Das in Holz und Rinde mancher Laubbäume (Ahorn, Ulme, Eiche ꝛc.) sehr verbreitete „Harzmehl" ist nach Wiesner[1]) ein Gemisch aus Cellulose, Granulose, Gerbstoff, Harz ꝛc. Es besteht aus gelb, braun oder roth gefärbten Körnchen, welche oft zu 20 bis 30 und mehr in einer Zelle auftreten, deren Muttersubstanz Stärkemehl, Plasmakörnchen ꝛc., ist in Wasser unlöslich, auch in Alkohol, Aether und fetten Oelen nicht immer löslich, und wird durch Eisensalze in der Eiche blau, in Ahorn und Ulme grün, durch Alkalien violett bis rosenroth gefärbt.

Eine weitere Verwendung der Harze im Lebensproceß der Pflanze ist nicht bekannt; sie sind mithin als Excrete und zwar entweder als Endproducte oder, wenn aus Stärke entstanden, wie die Benzoë in Benzoin officinale, als Nebenproducte des Stoffwechsels aufzufassen.

Harzinfiltrationen gewisser Zellen über ihren Bildungsherd: die verticalen und horizontalen Harzgänge hinaus — Entstehung von Kienholz — werden häufig beobachtet als Folge pathologischer Einflüsse: Kienzopf der Kiefer durch Peridermium Pini, Verharzung der Wurzeln von Fichten durch Trametes Pini, von anderen Nadelhölzern, welche einer unzusagenden Bodenschicht aufstoßen ꝛc., Harzausfluß von Larix nach dem Angriff von Peziza Willkommi, von Coccyx Zebeana ꝛc.

Die Balsame (Terpentine) der Coniferen, welche durch das „Harzen" zu technischem Gebrauch geworben werden, sind von sehr ungleichem Charakter je nach der Holzart. Im Handel unterscheidet man von dem gemeinen Terpentin, von Pinus sylvestris und Picea vulgaris, den Straßburger Terpentin von Abies pectinata. Der Venetianische Terpentin wird von Larix europaea gewonnen,

---

[1]) Die Rohstoffe des Pflanzenreichs. Sitzungsbericht der Wiener Akademie, Bd. 51.

der Französische von Pinus maritima. Der Canadische Balsam stammt von Tsuga canadensis, der Ungarische von Pinus cembra ꝛc. Den Rückstand der Destillation des Terpentins ohne Wasserzusatz nennt man Colophonium oder Geigenharz, welches auch durch Schmelzen des gekochten Terpentins gewonnen wird.

Der **Bernstein,** ein fossiles Harz vorweltlicher Coniferen, welches, neben mehreren Harzen, Bernsteinsäure enthält. Von den fossilen Nadelhölzern, welche den Bernstein lieferten, ist Pinus stroboides, die häufigste Form, unserer Weimuthskiefer, Pinus anomalus der gemeinen Kiefer ähnlich; Pinites Mengeanus und radiosus gehören in die Abies-Gruppe, Pinites succinifer und eximius stehen unserer Fichte nahe.[1])

Aetherische Oele. — Der Duft der Blüthen und anderer Pflanzentheile beruht auf dem Vorhandensein flüssiger oder ätherischer Oele. Diese finden sich entweder in vereinzelten Tröpfchen im Zellsaft oder in größeren Mengen in besonderen Organen (Rinde von Rhus typhina, Blätter von Myrtus communis ꝛc.) secernirt. Die ätherischen Oele sind theils sauerstofffreie Kohlenwasserstoffe, wie das Terpentinöl der Nadelhölzer, das Citronen- und Rosenöl, theils enthalten sie zugleich Sauerstoff, wie das Zimmtöl, Bittermandelöl ꝛc. Eine Californische Species der Kiefer giebt bei der Destillation des Safts statt Terpentinöl „Erasin", eine Flüssigkeit vom Wohlgeruch der Citronen, frei von theerartiger Substanz.

Die Beziehung der ätherischen Oele zum pflanzlichen Stoffwechsel ist noch nicht genügend aufgeklärt. Die Entstehung der Harze aus ätherischen Oelen, welche aus dem Zusammenauftreten beider erschlossen werden, ist doch nicht bestimmt nachgewiesen; es scheint eher, daß der Gerbstoff das Mittelglied der Umbildung der Zellstoffwand in Harz sei, und die ätherischen Oele erst aus den Harzen entstehen.[2])

Gummi. — Die von den Pflanzen erzeugten verschiedenen Gummiarten sind in der Regel Desorganisationsproducte der secundären Zellwand, bisweilen (Orchisknollen) Zellinhalt, als Derivat von Stärke. Die Hauptbestandtheile der Gummiarten sind entweder Arabin, Cerasin oder Bassorin, bisweilen letztere beide gemeinsam; daneben Dextrin, Zucker, Farb- und Gerbstoffe. Sie lösen sich im Wasser theils vollständig (Arabisches Gummi), oder quellen darin wenigstens auf; durch Alkohol werden sie aus ihrer Lösung gefällt, durch verdünnte Säuren in Traubenzucker umgewandelt, sind mithin noch biologisch verwerthbar.

Das arabische Gummi wird aus mehreren Acacien-Arten Afrika's gewonnen, ist im Wesentlichen ein saures Arabinsäure-Salz, und enthält in seiner Asche kohlensauren Kalk, Magnesia und Kali. Ein im Wasser leicht lösliches, dem Stärkemehl isomeres Kohlenhydrat. Es entsteht nach J. Möller[3]) immer durch Metamorphose der Zellwand von Acacien von außen und zwar in der Innenrinde. Das Senegal-Gummi, von Acacia Senegal, ist vom echten arabischen Gummi nicht wesentlich verschieden.

Das Bassorin (Traganthin) löst sich im Wasser nicht, quillt in heißem

---

[1]) Göppert, Botanische Zeitung **29** (1871), 237.
[2]) J. Wiesner, Sitzungsber. der K. K. Akademie der Wissensch. Bd. **51**.
[3]) Sitzungsber. der Wiener Akad. der Wissensch. **72**. II. Abth. (1875).

Wasser auf, liefert mit Alkali ein lösliches Gummi, mit Schwefelsäure einen nicht gährungsfähigen Zucker. Es findet sich in den von Astragalus creticus (Traganth-Gummi), Anakardium occidentale (Acajou-Gummi) ꝛc. ausfließenden Gummiarten.

Das Cerasin (Metagummisäure) ist im Wasser unlöslich aber quellbar zu Gelatine und läßt sich durch Kochen mit kleinen Mengen Alkali in Arabin überführen. Sein anatomisches Vorkommen in Kirschen u. a. Obstbäumen s. oben S. 104. Ein dem Kirschgummi ähnliches Product tritt auch, neben arabischem Gummi, in Acacien auf, doch nur in der Mittelrinde.

Gummiharze oder Schleimharze sind mit Harzen und ätherischen Oelen vermengtes Bassorin und Cerasin, welche in den Milchsäften gewisser Pflanzen vorkommen. Das Gummigutta stammt von mehreren Garcinia-Arten (Familie Clusiaceae), Asa foetida von Skorodosma foetida (Umbelliferae), Weihrauch von Boswellia papyrifera (Familie Burseraceae) ꝛc. Die Gummiharze finden besondere Verwendung zur Bekleidung der Knospen, deren Turgescenz und Entwicklung durch sie gefördert wird. In der Regel werden diese Gummiharze durch Trichome (Colleteren) und durch die junge Oberhaut secernirt.[1])

Pectin. — Als Pectin- oder Gallertkörper ($C_4 H_6 O_4$) bezeichnet man gewisse unkrystallisirbare, klebrige und optisch unwirksame Körper, welche in vielen fleischigen Wurzeln, reifen Früchten ꝛc. auftreten und aus der in den unreifen Früchten enthaltenen Pectose hervorgehen, indem letztere durch Mitwirkung fremdartiger Stoffe (Pectase) während der Reifung, sowie durch Kochen mit Wasser (Fremy) oder durch verdünnte Säuren in Pectinkörper übergeführt werden. Sie sind in heißem Wasser, in verdünnten Säuren und Alkalien löslich, geben den tafelreifen Birnen die angenehme Milde und sind die Ursache, daß die durch Einkochen verdickten Fruchtsäfte beim Erkalten gelatiniren.

Viscin. — Der in den Beeren der Mistel (Viscum album) u. a. Loranthaceen enthaltene „Vogelleim", eine zähe, fadenziehende, saure, bei 100° dünnflüssige Substanz, das Viscin, ist ein Zersetzungsproduct der Wände der den Mistelsamen umgebenden Zellen.

Kautschuk (Federharz, Caoutchouc), $C_5 H_8$, findet sich in dem Milchsaft zahlreicher Pflanzen, besonders Euphorbiaceen, Apocyneen, Artokarpeen, in Körnchenform suspendirt. Aus manchen südamerikanischen Bäumen und Schlingpflanzen wird es durch Einschnitte in die Stammrinde, besonders von Siphonia elastica, Familie der Sapotaceen, gewonnen und eingedickt. In Wasser, Säuren, Alkohol unlöslich; unverändert auflöslich in Schwefelkohlenstoff; durch seine hohe Elasticität äußerst vielfach verwendbar, nachdem die rohe Masse fein zerschnitten, erwärmt und geknetet worden. Durch Zufuhr von Schwefel (Vulcanisiren) wird die Elasticität des Kautschuk bedeutend erhöht und auch in höheren Temperaturen erhalten. Die dem Kautschuk verwandte, weniger elastische Guttapercha stammt von Hebradendron cambogioides Grah. (Garcinia Cambogia Desv. Cambogia Gutta L.) und anderen Clusiaceen.

---

[1]) J. Hanstein: Ueber die Organe der Harz- und Schleimabsonderung in den Laubknospen. Botan. Zeitung **26** (1868), 697 ff.

b. Die stickstoffhaltigen Baustoffe der Pflanzen.

Den Mittelpunkt der stickstoffhaltigen Substanzen im Pflanzenkörper bildet das Protoplasma der jungen, überhaupt der lebensthätigen Zellen, indem dasselbe bei der Neubildung von Zellen, sowie bei den Ernährungs- und anderen Lebensvorgängen eine hochbedeutende Rolle spielt. Das Protoplasma erfüllt jugendliche Zellen ganz, bildet sodann Vacuolen (Fig. 11), welche späterhin sich vergrößernd den safterfüllten Zellraum darstellen. In seinen äußeren, der Zellwand anliegenden Partien ist das Protoplasma hautartig (Primordialschlauch), nach innen körnig, bisweilen beweglich (S. 52), und schließt den aus der gleichen Substanz bestehenden Zellkern mit seinem Kernkörperchen ein.

Das Protoplasma, ein chemisch höchst complexer Begriff, enthält außer Kohlehydraten, Fetten, Mineralstoffen, jederzeit auch Proteinstoffe, von denen das Albumin (Pflanzeneiweiß) hauptsächlich in den funktionsfähigen Zellen aufzutreten, das Legumin (Pflanzencasein) dagegen die in den Reservelocalen (Samen rc.) ruhende Form darzustellen pflegt. In einigen Pflanzen kommen noch besondere Formen von Protein hinzu, wie das Conglutin (Ritthausen) in den Roggensamen rc.

Die Proteinstoffe enthalten außer den Organogenen (C H O N) auch Schwefel und Phosphor, letzteren, nach H. Ritthausen, in der Form der Phosphorsäure. In den ruhenden Samen und anderen der Stoffaufspeicherung dienenden Organen finden sich die Proteinstoffe z. Th. in der Form körniger Bildungen: Protein- oder Aleuronkörner, an deren Constitution auch kleine Mengen nicht stickstoffhaltiger Substanzen Theil nehmen können. Die Aleuronkörner der Endospermzellen ruhender Samen führen häufig Einschlüsse von Krystallen (oxalsaurer Kalk, bisweilen Fettkrystalle) und von nicht krystallinischen „Globoiden“, d. i. rundlichen Körpern, welche, nach W. Pfeffer[1]), das Magnesia- und Kalksalz einer gepaarten Phosphorsäure mit organischem Paarling sind (Fig. 336 a, d). Oft ist die Masse des Proteinkorns, den vorzüglichen Untersuchungen des letztgenannten Forschers zufolge, theilweise zu einem Krystalloid ausgebildet, welches von einer dünnen Hülle aus Proteinstoff umgeben ist (Fig. 336 c). Die Krystalloide, krystallähnlich gebildete Körper, sind in Zellen ölreicher Samen und anderer Reservelokale nicht selten. Ihre Imbibitions- und Quellfähigkeit trennt sie von den eigentlichen Krystallen und weist sie den organisirten Gebilden zu. Sie sind im Innern weicher (und wasserreicher), als in der Peripherie, und gehören verschiedenen Krystallsystemen an. Zu den Krystalloiden von kubischer Form gehören die von F. Cohn entdeckten „Proteinkrystalle der Kartoffel“, welche lecithinartige Körper sind. Sie selbst sind in Wasser unlöslich, ihre Proteinhüllen dagegen können, wie die krystalloidfreien Proteinkörner, in Wasser ganz oder theilweise löslich sein, sofern die Proteinmasse Kali enthält.

---

[1]) W. Pfeffer, Untersuchungen über die Proteinkörner und die Bedeutung des Asparagins beim Keimen der Samen (Jahrbuch für wissensch. Botanik **8**, 429).

Bei der Keimung der Samen wird der im Ruhezustand hohe Reservefonds von Proteinkörnern aufgelöst, das Legumin unter wesentlicher Mitwirkung der in den Samen reichlich vorhandenen phosphorsauren Alkalien, und — wahrscheinlich unter der Einwirkung hydrolytischer Fermente — zersetzt. Sie zerfallen in ein Gemenge stickstoffhaltiger Zwischenproducte, und werden in dieser Form den Vegetationspunkten zugeleitet, woselbst die Regeneration zu Eiweiß stattfindet. Zu den wichtigsten dieser Spaltungsproducte der organischen stickstoffhaltigen Baustoffe der Pflanze gehören die Amide und Amidosäuren. Ersteres sind schwefelfreie Stickstoffverbindungen, welche aufzufassen sind als Ammoniak, in welchem ein oder mehrere Aequivalente Wasserstoff durch Säureradicale ersetzt sind. Amidosäuren sind Säuren, in denen ein Theil des nicht durch Metalle vertretenen Wasserstoffs durch NH_2 oder ein Substitutionsproduct dieser Gruppe vertreten ist. Ein sehr verbreitetes Amid ist das Asparagin ($C_4H_8N_2O_3$), Amidosäuren sind das

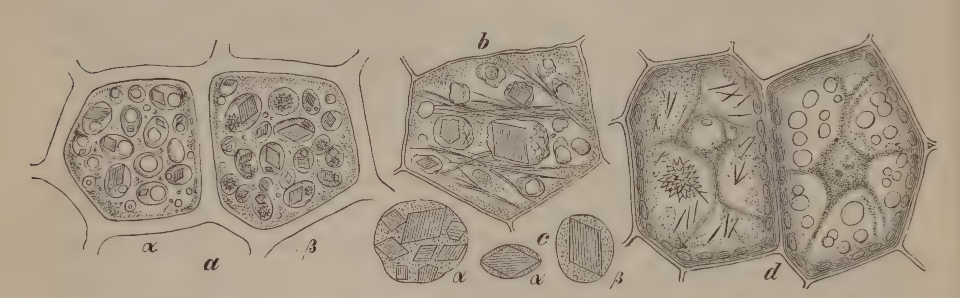


Fig. 336. a Zellen aus dem Endosperm von Aethusa cynapium, nach Behandlung mit sublimathaltigem Alkohol in Wasser liegend; in der Zelle α haben die Krystalle führenden Proteinkörner kugelige, in β krystallinische Einschlüsse (Vgr. 500). — b Eine Zelle aus den Kotyledonen von Bertholletia excelsa. Die langen Nadeln sind Fettkrystalle (Vgr. 500). — c Einzelne Proteinkörner aus dem Endosperm von Elaeis guöneensis in Oel liegend (Vgr. 500). — d Zellen aus den Kotyledonen keimender Samen von Sylibum Marianum. Die Proteinkörner sind verschwunden, die Einschlüsse noch vorhanden (Vgr. 500) (nach Pfeffer).

Leucin, Tyrosin[1]), Asparaginsäure, Glutaminsäure rc. Das Asparagin tritt in lebhaft wachsenden Pflanzentheilen, in Keimpflänzchen, Blattknospen, namentlich der Papilionaceen, in solchen Mengen auf, daß dasselbe hier als Wanderform des Stickstoffs und wesentlicher Baustoff angesprochen wurde. In vielen Blattknospen zur Zeit ihrer Entfaltung finden sich nach J. Borodin[2]) zur Zeit ihrer Entfaltung Asparagin und Tyrosin, nach E. Schulze auch Leucin. Besonders reich an Asparagin erscheinen die aufbrechenden Knospen von Ulmus effusa, Crataegus sanguinea, Amelanchier vulgaris, Spiraea opulifolia u. a. Schwächer sind die Anhäufungen in den Knospen von Tilia parvifolia, Quercus pedunculata, Populus tremula, Prunus padus, und als entschieden asparaginfrei fand Borodin die austreibenden Knospen von Larix europaea (wahrscheinlich

---

[1]) E. Schulze, Landw. Vers.-Stat. **24**, 167.
[2]) J. Borodin, Botanische Zeitung **36** (1878), 801.

aller Coniferen), Betula alba, Alnus glutinosa, Syringa vulgaris, Sambucus racemosa, Fraxinus excelsior, Lonicera tatarica, Acer platanoides.

Die Rückverwandlung der Amiden in Eiweiß erfolgt unter Mitwirkung von Kohlenhydraten. Es läßt sich in den Zweigen mancher der letztgenannten Holzgewächse eine Asparagin-Anhäufung künstlich hervorrufen, indem man sie entweder von der Mutterpflanze getrennt oder an dieser, aber im Dunkeln, austreiben läßt, wodurch in beiden Fällen, durch Ausschluß der Kohlenhydrate, die Regeneration des Asparagin zu Albumin verhindert wird. Die Fortbewegung des Asparagins erfolgt (nach Pfeffer) nicht, wie die der Eiweißstoffe, in den dünnwandigen Elementen der Gefäßbündel (Siebröhren, Gitterzellen und Cambiform), sondern in dem Parenchym des Grundgewebes. Obgleich man, wie erwähnt, geglaubt hat das Asparagin für die Transportation der Eiweißstoffe in Anspruch nehmen zu ollen, können wir nicht umhin, die Richtigkeit des von E. Schulze[1]) geltend gemachten Argumentes anzuerkennen: daß eine Asparagin-Anhäufung, im Vergleich zu anderen Spaltungsproducten des Reserve-Eiweiß, eher ein Beweis dafür sei, daß das erstere nur langsam oder gar nicht zur Neubildung von Eiweiß verwendet werde. Erst späterhin nimmt die Menge des Asparagins ab, indem dasselbe gleichfalls in der Vegetation zur Verwendung gelangt.

Alkaloide oder Pflanzenbasen, stickstoffhaltige, schwefelfreie, oft auch sauerstofffreie organische Basen, finden sich gleichfalls sehr verbreitet in Früchten, Samen, Rinden. Es gehören daher die heftigsten Gifte, wie Strychnin (Strychnos nux vomica), Curarin ($C_{10} H_{15} N$) im südamerikanischen Pfeilgift Curare, Coniin im Schierling, Solanin, doch auch das fieberwidrige Chinin ($C_{20} H_{24} N_2 O_2$), welches mit Cinchonin, Chinidin, Cinchonidin in der Rinde diverser Cinchona-Arten enthalten ist, und andere medicinisch wirksame, sowie das Theïn (Caffeïn) des Thee- und Kaffeestrauchs, Nicotin, Cocaïn von der Coca u. a. in geringerer Dosis nervenerregende Stoffe, ferner das Berberin ($C_{20} H_{17} NO_4$), welches außer in fast allen Theilen der Berberideen in vielen andern Pflanzen auftritt rc. Das Opium der unreifen Fruchtkapseln von Papaver ist ein Gemisch verschiedenartiger Alkaloide. Ihre Anhäufung während der Hochperiode vegetativer Thätigkeit, sowie ihr Verschwinden zur Zeit der wiedererwachenden Lebensaction deuten darauf hin, daß auch den Alkaloiden die für das Pflanzenleben wichtige Function von Trägern stickstoffhaltiger Substanz obliegt.

Das Blattgrün, Chlorophyll (Kyanophyll, G. Kraus). Die grüne Farbe wird im Pflanzenreich in der Regel durch einen besonderen, an eine protoplasmatische Grundsubstanz gebundenen Farbstoff, das Chlorophyll ($C_{18} H_9 N_2 O_8$) hervorgerufen; sehr selten erscheint „Grün“ dem unbewaffneten Auge in Folge der Uebereinanderlagerung von Zellschichten mit blauem, und solchen mit gelbem Farbstoff. Die an sich farblose „Grundsubstanz“ des Chlorophylls ist in der Regel körnig geballt und von dem übrigen Protoplasma, welches nur ausnahmsweise durch-

---

[1]) Ueber Zersetzung und Neubildung von Eiweißstoffen. Landw. Jahrbuch 7, 411.
[2]) J. Wiesner, die Entstehung des Chlorophylls in der Pflanze. Wien 1877.

weg ergrünt, unterschieden. Das Chlorophyllkorn bleibt als ein farbloser, sonst unveränderter Protoplasmaballen, Stärke oder anderer farbloser Inhaltsbestandtheil der Zelle zurück, nachdem die färbende Substanz durch Reagentien entzogen worden. Die Chlorophyllkörner wachsen mit der Zelle, wenngleich nicht im Verhältniß zur Vergrößerung der letzteren; sie verändern ihre Gestalt und vermögen sich zu theilen. Im Dunkeln nehmen sie an Größe ab, indem die eingeschlossene Stärke consumirt wird. In der Algengattung Spirogyra hat das Chlorophyll seinen Sitz in schraubenförmig gewundenen Chlorophyllbändern, in Neottia nidus avis in lichtbräunlich gefärbten Farbstoffspindeln im Grundgewebe, auch im Hautgewebe, namentlich der Blüthen, fast immer den Zellkern bedeckend.[1]) Hier, wie in den gleichfalls humusbewohnenden und dem bloßen Auge farblos (nicht grün) erscheinenden Orobancheen wird dasselbe durch andere Farbstoffe maskirt.

Der grüne Farbstoff (das Chlorophyll) selbst wird in der lebenden Pflanze continuirlich zerstört und neu erzeugt. Durch Alkohol, Aether, ätherische Oele, Chloroform läßt er sich den betreffenden Pflanzentheilen entziehen. Diese Rohchlorophylllösung, welche noch andere in genannten Mitteln lösliche Substanzen (Wachs, Fett rc.) enthält, erscheint im durchfallenden Lichte schön saftgrün, im auffallenden fluorescirt sie roth. Läßt man durch eine Linse einen Sonnenstrahl in die Lösung fallen, so entsteht in derselben ein blutrother Kegel. Eine anderweite charakteristische Reaction bietet das wahre Chlorophyll darin dar, daß seine Lösung die verschiedenen Lichtstrahlen ungleich stark, und zwar, nach Wolkoff[2]), die brechbareren Strahlen des Spectrums (Grün, Indigo, Violett) stärker absorbirt, als die rothen Strahlen. Schaltet man im Spectralapparat zwischen dem Auge und der Spalte, durch welche das Spectrum geworfen wird, eine alkoholische Lösung von möglichst reinem[3]) Chlorophyll ein, so treten sechs bis sieben dunkle „Absorptions-Streifen" im Spectrum auf, weil an den betr. Stellen das Licht stärker absorbirt wird. Durch diese dunklen Streifen ist das Spectrum des Chlorophylls vollkommen charakterisirt. Mit Benzol, Schwefelkohlenstoff, ätherischen oder fetten Oelen geschüttelt trennt sich die rohe alkoholische Lösung in eine untere gelbe in Alkohol zurückbleibende (Xanthophyll-) Schicht und eine obere, in die betr. Flüssigkeit diffundirende, nahezu blaugrüne Schicht. Die letztere, das Anthocyan (G. Kraus), stellt das von dem begleitenden Xanthophyll und einigen anderen Begleitstoffen befreite reine Chlorophyll dar.

Das Xanthophyll ist wahrscheinlich identisch mit dem Etiolin (Pringsheim), Leucophyll (Sachs), Chlorophor (Böhm), einem auch im Dunkeln (in etiolirten Keimlingen rc.) auftretenden gelben Chromogen, welches in Alkohol und Aether löslich, mit Schwefelsäure spangrün gefärbt wird, eine organische Eisenverbindung (Wiesner), die präsumtive Muttersubstanz des Chlorophylls.

---

[1]) J. Wiesner, Botan. Zeitung 1871, Nr. 37.

[2]) Die Lichtabsorption in den Chlorophylllösungen. Heidelberg 1876.

[3]) Um das Chlorophyll möglichst rein zu erhalten, kocht man frische, grüne Pflanzentheile mit Wasser, preßt sie mehrmals, zerquetscht sie hierauf in einem Mörser unter Alkohol und filtrirt die grüne Lösung nach einiger Zeit.

Der in vielen Blüthen auftretende gelbe Farbstoff Anthoxanthin ist nach G. Kraus mit dem Xanthophyll identisch. Das Xanthophyll wird unter Sauerstoffabschluß im Lichte nicht zersetzt, bei Sauerstoffzutritt aber, am raschesten im blauen, violetten und überviolletten Lichtstrahl, entfärbt.

Die Lösung des Chlorophyll zersetzt sich rasch im Lichte, während dieselbe, sowie das Grün todter Pflanzen, im Dunkeln lange Zeit — unter Umständen jahrelang[1]) — unverändert grün erhalten bleibt. In der lebenden Pflanze scheint auch Dunkelheit unter Umständen eine rasche Zerstörung des Chlorophylls nicht zu hindern (Wiesner l. c.). Eine bemerkenswerthe Modification erfährt das Chlorophyll mancher Nadelhölzer und vieler krautartigen Gewächse mit perennirenden Blättern im Winter, wo die Blätter gebräunt erscheinen. Die Nadeln der kugelförmigen Thuja aurea, der säulenförmigen Biota orientalis elegantissima u. a. sind im Winter ganz braun, während der Frühlingsmonate nehmen sie die gewöhnliche grüne Farbe, dagegen bekommen sie im Sommer eine reiche goldige Färbung. Gegen den Herbst verschwindet der goldene Ton, es folgt ihm das gewöhnliche Grün der originalen Species, welches schließlich in die braune Winterfarbe übergeht.[2]) Diese braune Winterfarbe, welche im Frühjahr wieder in Grün übergeht, ist nach G. Kraus[3]) bedingt durch eine eigenthümliche Modification des im Benzin auflöslichen blaugrünen (nicht des gelben) Gemengtheiles des Chlorophylls, während die rothe Herbst- und Winterfarbe, wie wir sie an nordamerikanischen Eichen, Ampelopsis und vielen anderen Pflanzen beobachten (s. o. S. 219), der Einlagerung eines rothen Farbstoffs in Gerbstoffballen zu danken ist. Schon bloße Umlagerungen und Zusammenballungen der Chlorophyllkörner vermögen Farbenveränderungen immergrüner Blätter im Winter hervorzurufen. Die jugendlichen noch unerwachsenen Blätter von Crataegus, Quercus (Johannistriebe) rc. erscheinen häufig mehr oder minder intensiv roth gefärbt.

Die definitive Zerstörung der grünen Farbe vor dem herbstlichen Blattfall pflegt eingeleitet zu werden durch das Verschwinden des Stärkemehls aus den Chlorophyllkörnern, worauf auch die letzteren sich auflösen, doch ist die Succession dieses Zerstörungsvorganges bei verschiedenen Pflanzen etwas verschieden.[4])

Organische Säuren. — Der Zellsaft des Parenchyms reagirt sauer in Folge der Anwesenheit freier oder an Alkalien gebundener organischen Säuren. Die verbreitetsten sind die Weinsäure, Apfelsäure, Citronensäure, Oxalsäure. Die Apfelsäure ($C_4 H_6 O_5$) aus unreifen Vogelbeeren im Großen dargestellt, findet sich, zumeist mit Citronen- und Weinsäure gemengt, auch in Aepfeln, Kirschen, Pflaumen, Ananas, Berberitzen, Heidelbeeren, Erdbeeren, unreifen Trauben rc. Die Citronensäure ($C_6 H_8 O_7$) ist, außer in den Citronen, auch in Heidelbeeren, Stachelbeeren, Himbeeren, Kirschen, Eicheln, Kaffeebohnen rc. vorhanden. Die Weinsäure

---

[1]) H. Bohl, Journ. für prakt. Chemie **95**, 219.

[2]) James M'Nab, Landw. Vers.-Stat. **16**, 439. — H. v. Mohl, Vermischte Schriften: Ueber die winterliche Färbung der Blätter (1837), S. 375.

[3]) G. Kraus, Botanische Zeitung **30** (1872). — Askenasi, ebenda **33** (1875).

[4]) A. Sachs Flora **46** (1863), 200.

($C_4H_6O_6$), aus dem gereinigten Weinstein (saurem weinsauren Kali), Absatz aus Weinen, technisch dargestellt, ist ein Bestandtheil der Beeren von Vitis vinifera und anderen Früchten, Rinden, Blättern, Wurzeln. Die Oxal- oder Kleesäure ($C_2H_2O_4$), ist außerordentlich verbreitet im Pflanzenreich; sie tritt zumeist auf als saures Kali- oder Kalksalz, welche sich, gegen das Ende der Vegetation zunehmend, krystallinisch ausscheiden.

Krystalle von oxalsaurem (seltener kohlensaurem, apfel- oder weinsaurem) Kalk kommen vor in gewissen Zellen saftiger Blätter, Zweige, Rinden ꝛc. (Fig. 55c), in den radialen secundären Membranen von Bast-, Epidermis- u. a. Zellen und der Cuticula von Coniferen (Fig. 337), mit Ausnahme der Abietineen.[1]) Sie bilden bisweilen einen Ringwall um die Gefäßbündel, deren Cambiumzellen bekanntlich, im Gegensatz zum Parenchym, alkalische Reaction zeigen. In der



Fig. 337. Querschnitt durch die Epidermis eines Zweiges von Ephedra sp. mit Körnern von oxalsaurem Kalke: a in den Cuticularschichten; b und c in den Celluloseschichten (nach Solms-Laubach) (Vgr. 600).

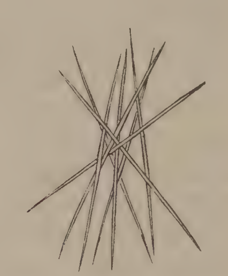


Fig. 338. Raphiden von oxalsaurem Kalke aus Vitis vinifera.

Intercellularsubstanz mancher Flechten tritt der oxalsaure Kalk krystallinisch auf.[2]) Der oxalsaure Kalk krystallisirt, je nach dem Wassergehalt, im klinorhombischen und im quadratischen Krystallsysteme; dem entsprechend findet man Formen beider Systeme oftmals in den Zellen eines und desselben Organs (Fig. 42, S. 71) vertreten. Mit zwei Aequivalenten Krystallwasser $\left(\left.\begin{matrix}CaO\\CaO\end{matrix}\right\} C_4O_6 + 2HO\right)$ krystallisirt der oxalsaure Kalk in Formen des klinorhombischen, mit sechs Aequivalenten aber $\left(\left.\begin{matrix}CaO\\CaO\end{matrix}\right\} C_4O_6 + 6HO\right)$ im Tesseralsystem.[3]) Der oxalsaure Kalk tritt bald als

[1]) H. Graf zu Solms-Laubach: Ueber einige geformte Vorkommnisse oxalsauren Kalkes in lebenden Zellmembranen. Botan. Zeitung **29** (1871), 509.

[2]) A. de Bary, Morphologie und Physiologie der Pilze, Flechten und Myromyceten. Leipzig 1866. 256.

[3]) G. Holzner, Flora **22** (1864) und **25** (1867),

Einzelkrystall (zumeist Quadratoctaeder), bald als Complex vieler zu einer Druse (Fig. 59; 142) oder Raphiden (Bündel klinorhombischer Nadeln [Fig. 42; 338]) vereinigt auf. Selten sind zwei Krystalldrusen in einer Zelle. In den Zellen, welche von einem größeren Krystall oder Krystallcomplex mehr oder minder erfüllt sind, pflegen die in den gleichwerthigen Nachbarzellen vorhandenen anderweiten festen Körper: Chlorophyll- und Stärkekörner, Nucleus ꝛc. zu fehlen. Bisweilen sind die Drusen mittelst Cellulosebalken an die Zellwand angeheftet. Man nennt diese Bildungen Cistolithen; sie treten namentlich in einzelnen Epidermiszellen von Maulbeer-, Feigen- u. a. Blättern, besonders schön in dem Blatt-Hypoderma von Urostigma elasticum, auf. Ihre Entstehung ist nach W. Hofmeister[1]) folgende. An vier kleinen rundlichen Stellen der Zellmembran — bei Epidermiszellen stets in der Mitte der Außenmembran — verdickt, tritt eine Protuberanz von Zellstoff auf, welche an ihrer Spitze sich keulenförmig verdickt und lamellöse Structur trägt. Zwischen den Lamellen lagern sich Drusen sehr kleiner Krystalle ab, welche strahlig um den Mittelpunkt der Druse geordnet sind. Bei den Urticaceen bestehen diese Krystalle aus kohlensaurem Kalk (Hofmeister), im Marke des Stengels von Kerria japonica dagegen, wo den Cistolithen ähnliche Bildungen auftreten, sind sie (nach Rosanoff[2])) aus oxalsaurem Kalk gebildet.

Außer den genannten organischen Säuren treten noch auf: Ameisensäure (CH_2O_2) in den Brennhaaren der Nessel, Zimmtsäure ($C_9H_8O_2$), im Perubalsam von Myroxylon sonsanatense Klotzsch, einer Papilionacee, in altem Zimmtöl, Storax; Cumarinsäure ($C_9H_8O_3$), in der Tonkabohne, Dipterix odorata, im Steinklee, Ruchgras; Benzoësäure ($C_7H_6O_2$) in der Vanille, im Benzoëharz, in der Myrrhe, im Drachenblut (aus Dracaena Draco L. und Pterokarpus Draco L.); Bernsteinsäure ($C_4H_6O_4$), im Terpentin einiger Nadelhölzer, im Bernstein ꝛc. Die Vanillasäure (Vanillakampfer, Vanillin, $C_6H_8O_3$), das natürliche Product der Vanilla-Schoten der Orchidee Vanilla aromatica, wird aus dem Coniferin (s. S. 355) im Cambialsaft der Nadelhölzer durch Behandlung mit chromsaurem Kali und Schwefelsäure dargestellt.

Von der Vermehrung oder Fortpflanzung der Gewächse.

Die Fortpflanzung der Gewächse erfolgt entweder durch Bildung von Sporen bezw. Samen (Fortpflanzung im engeren Sinne), oder durch Theilung: Abtrennung von Knospen (vegetative oder individuelle Vermehrung).

Fortpflanzung durch Sporen. — Bei den Kryptogamen wird die Fortpflanzung z. Th. durch einzellige (nur bei einigen Pilzgattungen mehrzellige) Sporen vermittelt. Diese erzeugen, auf eine passende Unterlage gebracht, ohne Weiteres eine neue Pflanze, oft aber zunächst einen von der Mutterpflanze ab-

[1]) Die Lehre von der Pflanzenzelle. Leipzig 1867. 180.
[2]) Botan. Zeitung **23** (1865) und **25** (1867). — Vgl. E. de la Rue l. c. **27** (1869).

weichenden Vorkeim (Fig. 324), dessen geschlechtlich erzeugtes Product alsdann erst die typische, Sporen tragende Form regenerirt. Die Sporen entstehen entweder innerhalb besonderer Organe (Sporangium oder Sporenfrucht der Pilze, Moosfrucht), oder sie treten nackt in bestimmter Gruppirung an Sporenträgern auf, welche aus dem Vegetationskörper (Mycelium) hervorwachsen. Der Sporenträger ist von der verschiedensten Gestalt. So stellt der sogenannte „Hut" in der Abtheilung der Hymenomyceten (Hutpilze) das Fruchtlager dar, in welchem an kurzen Stielchen, und zwar an lamellenartigen Vorsprüngen (Agaricineen), an der Innenfläche von Röhren (Polyporeen) oder in noch anderer Anordnung die Sporen erzeugt werden. In anderen Fällen (bei mehreren Fadenpilzen) schnüren sich große Sporen ab, welche mit Wimpern sich bewegende „Schwärmsporen" in sich ausbilden. Nach einiger Zeit gelangen letztere zur Ruhe und wachsen zu neuen Pflanzen heran. Die von dem Mycelium mancher Pilze erzeugten Spermogonien (Fig. 317) erzeugen kleine stielförmige Körperchen (Stylosporen), welche von Basidien getragen werden, und Spermatien, Befruchtungszellen, welche, in Wasser gebracht, eigenthümliche Bewegungen ausführen.

Die geschlechtliche Fortpflanzung setzt das Vorhandensein zweier verschiedenartigen (männlicher und weiblicher) Zellen voraus, deren Vereinigung erst das zu weiterer Entwicklung fähige Gebilde erzeugt. Ueberwiegend sind die geschlechtlich disparaten Zellen auch an Größe und Form verschieden; bei einigen Algen und Pilzen aber gleich: die Vereinigung dieser nennt man Conjugation, jene der ersteren Befruchtung. — „Conjugation" ist besonders einigen Algen (Conjugaten) und Pilzen (Zygomyceten) eigen. Das Product der Conjugation ist die Zygospore. Bei den Gefäßkryptogamen findet stets eine Befruchtung statt, verbunden mit Generationswechsel. Aus der an der Wedel erzeugenden Pflanze entstandenen Spore der Farnkräuter z. B. erwächst ein anfänglich fadenförmiger (Fig. 326), später verbreiterter (Fig. 327) Vorkeim, Prothallium; dieser entwickelt männliche Fortpflanzungsorgane (Antheridien) mit Spermatozoiden, und weibliche (Archegonien) mit einer Eizelle, welche nach der Befruchtung sofort zur typischen sporentragenden Gestalt der Species aufwächst. Bei den Rhizokarpeen, Isoëteen und Selaginellen treten zweierlei Sporen auf: große (Makrosporen) und kleine (Mikrosporen). Die Makrospore entwickelt einen Vorkeim, „Prothallium", welches nur weibliche Archegonien hervorbringt; die Mikrospore erzeugt nach wenigen Zelltheilungen die männlichen Schwärmfäden, welche durch die Oeffnungen der Archegonien zu deren Eizellen vordringen und durch ihre Einwirkung diese befähigen, unmittelbar zu der Wedel und Sporangien tragenden neuen Pflanze heranzuwachsen. An dem Vorkeim, welcher aus den Sporen der Moosfrucht hervorgeht, dem „Protonema", entsteht (selten direct aus der Spore) die beblätterte Moospflanze, welche Antheridien und Archegonien erzeugt. Die Eizelle der letzteren bildet die Moosfrucht, die Trägerin der Sporen, aus.

Der „Generationswechsel" zwischen der Sporen und der Geschlechtsorgane tragenden Pflanze nimmt bei manchen parasitischen Pilzen eine besonders ausgeprägte Gestalt an, und hat zu der Unterscheidung von homöcischen und hete-

röcischen Pilzen (de Bary) geführt, je nachdem die successiv erzeugten Wechselformen ihren Sitz auf einer und derselben Nährpflanze haben oder sich auf verschiedenen Pflanzenarten ausleben. Ausgezeichnete Beispiele für die Heterücie bietet die Schmarotzerfamilie der Rostpilze, Uredineen.

Fortpflanzung durch Samen. — Die Geschlechtszellen der Phanerogamen sind das Pollenkorn, welches in den Antheren des Staubfadens, und die Eizelle (das Keimbläschen), welche im Embryosacke des Fruchtknotens entsteht. Gewöhnlich werden die Behälter selbst, welche die Pollenzellen und die Eizellen umschließen (Fruchtknoten und Anthere) als die Sexualorgane bezeichnet. Parthenogenesis (Samenerzeugung ohne Befruchtung) wurde bisher nur bei wenigen Pflanzen constatirt: z. B. bei Antennaria alpina L. (A. Kerner) &c.[1]) Schon vor der Blütheneröffnung sind die Befruchtungsorgane angelegt. Mit diesem Zeitpunkt platzt der Staubbeutel; die Pollenkörner werden frei. Auf die Stempelmündung gelangt, stülpt das reife Pollenkorn aus einer seiner Keimflächen (S. 261) einen Faden, den „Pollenschlauch“ hervor.[2]) Dieser wächst durch den Staubweg zur Samenknospe, und durch deren Mikropyle-Kanal bis zum inzwischen langgestreckten Embryosack hinab, legt sich dicht (etwas verbreitert) an letzteren an und, indem sein Inhalt sich durch Diffusion mit dem Protoplasma einer der Eizellen vermischt, wird letztere „befruchtet“, d. i. zur Weiterbildung angeregt. Die übrigen Keimbläschen vertrocknen (Fig. 339). Sehr selten (Viscum) dringt das Ende der Pollenschlauchzelle in den Embryosack bis direct zum Keimbläschen vor. Das nächste Product der erwachenden Zellbildung des so befruchteten, rasch wachsenden Keimbläschens, dessen Zellkern aufgelöst und durch neue ersetzt zu werden pflegt, ist ein mehr oder minder langgezogener „Vorkeim“ (Fig. 339 b). Die Scheitelzelle dieses kleinen Vorkeims erzeugt durch fortgesetzte Theilungen endlich die Organe des Embryo, so daß der Vorkeim schließlich eine Zeit lang als Träger des Embryo erscheint und endlich verschwindet.

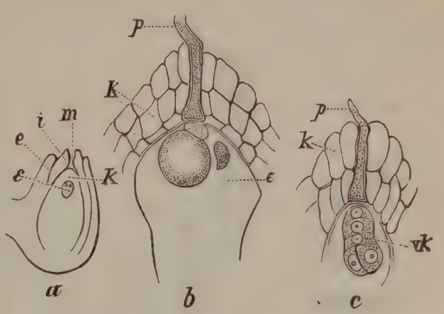


Fig. 339. Embryobildung von Prunus cerasus. **a** Unbefruchtete Samenknospe im Längsschnitt (Vgr. 30): m Mikropyle; e äußeres, i inneres Integument; k Kernwarze; ε Embryosack. — **b** Die Kernwarze (k) und Mikropylen-Ende des Embryosacks (ε) während der Befruchtung: p Pollenschlauch; im Embryosack 2 Keimbläschen (eins rudimentär) (Vgr. 300). — **c** Dasselbe kurz nach der Befruchtung. Das Keimbläschen hat sich zum Vorkeim umgebildet, dessen Endzelle durch eine verticale Scheidewand getheilt sich zum Embryo auszubilden beginnt (Vgr. 300) (nach W. Hofmeister).

---

[1]) Alex. Braun, die Parthenogenesis bei Pflanzen. Abhandl. der Berliner Akademie der Wissensch. 1856. — N. Pringsheim, Jahrb. für wissensch. Botanik 9 (1874), 192.

[2]) Unter Umständen treiben die Pollenkörner schon im Innern des Staubbeutels Schläuche, welche sich durch die Wände der Antherenfächer bohren (Oxalis acetosella, Impatiens noli tangere).

Bestäubung. — Die Uebertragung des Pollens auf die Stempelmündung derselben Blüthe, die „Eigenbestäubung“, wird häufig begünstigt durch passende Stellungsverhältnisse der Geschlechtsorgane. Zwitterblüthen haben in der Regel Blüthenhüllen, welche der Verschleuderung von Blüthenstaub entgegenwirken. Bisweilen sind Schleudervorrichtungen vorhanden am Staubbeutel (Urtica) oder am Staubfaden, wie sie bei Berberis eine alljährliche reiche Fruchtbildung sichern; oder auch solche Hülfseinrichtungen, welche den die Nectarien der Blüthe aufsuchenden Insecten die Zwangsaufgabe auferlegen, dem Proceß der Eigenbefruchtung zu dienen, während anderweite Einrichtungen mannichfachster Art (widerliche Duftstoffe, Haare, Stacheln) als Schutzmittel gegen Insecten dienen, welche zur Befruchtung ungeeignet sind oder derselben schaden würden.[1]). Diklinische Blüthen sind durch den Mangel solcher Hüllen sehr oft für die Verstäubung, Pollenverstreuung und „Fremdbestäubung“ (durch Pollen anderer Blüthen) besser prädisponirt. Die Eigenbestäubung ist jedoch in der Regel, wo nicht überhaupt unwirksam oder geradezu giftig (Fritz Müller), doch minder kräftig, als die durch fremde Pollen, und führt zur Degeneration der Nachkommen. Die Fremdbestäubung wird daher in der Natur durch eine Ueberproduction von Pollen, sowie durch mannichfache mechanische Verhältnisse begünstigt, während nicht selten die Architektonik und sonstige Einrichtungen der Blüthe die Eigenbefruchtung bedeutend erschweren, so daß die Fremdbestäubung, auch bei Zwitterblüthen, zur Nothwendigkeit wird. Bald ist es eine ungleichzeitige Entwicklung des Pollen und der Eizelle, welche die Eigenbefruchtung hindert (Evonymus, Aristolochia), bald öffnen sich die Staubbeutel nach außen (Magnolia grandiflora), oder ragen aus der hangenden, kurzstempeligen Blüthe weit hervor ꝛc. Bei der „Heterostylie“, d. i. der Erscheinung, daß einzelne („longistyle“) Blüthen kurze Staubgefäße und lange Stempel, andere („mikrostyle“) Blüthen lange Filamente und kurze Stempel

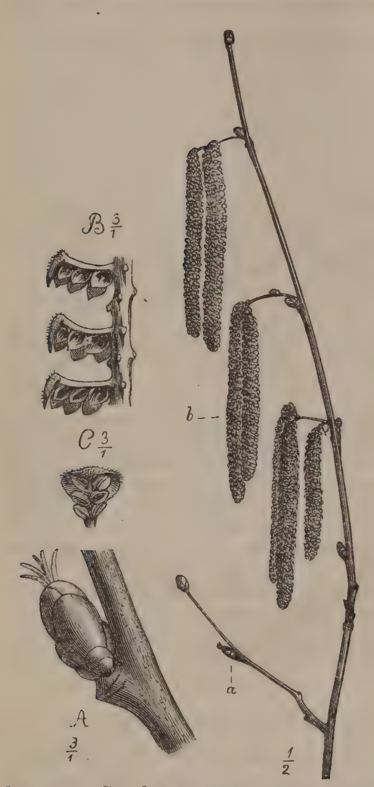


Fig. 340. Corylus avellana. Blüthenzweig mit a ♀, b ♂ Blüthen. A ♀ Blüthe vgr. B Fragment des ♂ Kätzchens. C ♂ Blüthe (mit 6 Staubgefäßen) von Innen.

[1]) Anton Kerner, die Schutzmittel der Blüthen gegen unberufene Gäste. 2. Aufl. Insbruck 1879.

tragen[1]), ist nach Darwin[2]) der Pollen der longistylen Blüthen nur vollwirksam auf den mikrostylen Fruchtknoten, und vice versa. Bei den einhäusigen Erlen (Fig. 228), Birken, Hasel (Fig. 340), Kastanien (Fig. 341) ꝛc. stehen die männlichen Kätzchen (wie bei Arum, Ficus [Fig. 239] die männlichen Einzelblüthen) oberhalb der weiblichen. Bei den Pinus-Arten sind die weiblichen Blüthenkegel mit ihren zur Blüthezeit etwas geöffneten Schuppen aufgerichtet (erst später mehr oder minder abwärts geneigt) und können so von den männlichen Blüthenkätzchen der höher situirten Zweige bestäubt werden. An den Zapfen von Pinus Pumilis beobachtete Ed. Straßburger das Hervortreten eines Tröpfchens glänzender Flüssigkeit, welches zwischen den Hornfortsätzen der Samenanlage (Fig. 270)



Fig. 341. Castanea vesca. Inflorescenz mit ♂ (a) und ♀ Blüthen (b). A Isolirtes ♂ Blüthenköpfchen mit 5—6 Blüthen. A× ♂ Einzelblüthe; B ♀ Köpfchen (1/1) mit Deckblättern und 3 Blüthen mit je 6 Stempeln.

sich hervorwölbt; nachdem das Tröpfchen eine Anzahl Pollenkörner aufgefangen, wird es wieder eingesogen, wodurch die Pollenkörner in unmittelbare Berührung mit dem Gipfel des Samenkorns gebracht werden.

Der Begriff der „Eigenbefruchtung“ (durch Pollen derselben Blüthe) ist nicht zu verwechseln mit der „Sichselbstbestäubung“ (ohne Eingriff von Insecten ꝛc.). Fremde Hülfe ist in vielen Fällen zur Bestäubung nothwendig und durch mannichfache Einrichtungen vorgesehen. Eigenbefruchtung wird, selbst bei

[2]) Bei Polygonum fagopyrum ist die Heterostylie nach Individuen verschieden.
[3]) Ch. Darwin: Die verschiedenen Blüthenformen an Pflanzen der nämlichen Art. Deutsch von J. V. Carus. Stuttgart 1877.

hermaphroditischen Blüthen (nach Darwin), eher vermieden. Bei manchen Pflanzen (Ilex, Evonymus [Fig. 342]), welche an sich Zwitterblüthen tragen, werden an einigen Blüthen bald die Staubfäden, bald die Stempel kurzgliedrig, und es entsteht so Polygamie, welche eine Fremdbestäubung nothwendig macht. Rhamnus cathartica, eine diöcische Pflanze, hat lang- und kurzgriffelige ♂ und ♀ Blüthen (Fig. 343). Bei der Osterluzei (Aristolochia clematitis), wo die Narben empfänglich werden, bevor die hier, wie bei A. Sipho (Fig. 258), denselben angewachsenen Antheren sich öffnen, ist der lange und enge Schlund der Blüthe mit abwärts gerichteten Haaren besetzt, welche kleinen, auf ihrem Rücken mit Blüthenstaub beladenen Insecten wohl das Hineinkriechen, nicht aber den Austritt gestatten. Nachdem das Thierchen die Befruchtung vollzogen und diese wirksam geworden, vertrocknen jene Härchen, das Insect wird frei und überträgt den inzwischen gereiften Pollen auf andere Blüthen. Fast unendlich ist die Reihe von „Anpassungen", welche bei der Familie der Orchideen die sonst kaum mögliche Befruchtung zu Stande fördern.[1]) Man hat die Vermuthung ausgesprochen, daß manche aus anderen Welttheilen zu uns importirte Pflanzen, trotz reichlicher Blüthe, deshalb nur selten Frucht ansetzen, weil zufällig das Insect, dem in der Heimath die Befruchtung obliegt,

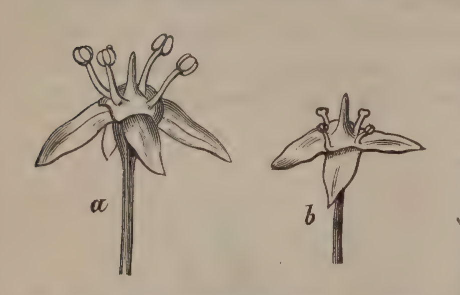


Fig. 342. Evonymus europaeus. a hermaphroditische oder männliche; b weibliche Blüthe (nach Darwin).

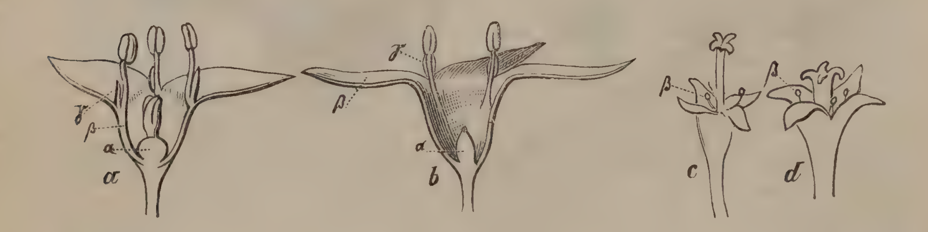


Fig. 343. Rhamnus cathartica. a Langgrifflige, b kurzgrifflige ♂; c langgrifflige, d kurzgrifflige ♀ Blüthe. α Fruchtknoten; β Kelch; γ Krone (nach Caspary).

nicht mit herübergebracht worden sei und nur selten eins von unseren Insecten das Innere der betr. Blüthen aufsuche. Bei manchen Papilionaceen ist die Carina (das Schiffchen) der Blüthe reizbar; durch einen auf sie geübten Druck wird sie abwärts gebogen, Antheren und Griffel folgen dieser Bewegung, schnellen aber

[1]) Ch. Darwin: Die verschiedenen Einrichtungen, durch welche Orchideen von Insecten befruchtet werden. Deutsch von J. V. Carus. 2. Aufl. Stuttgart 1877.

dann elastisch zurück; es wird ein Wölkchen von Blüthenstaub verschleudert und trifft die Stempelmündung.

Nicht immer folgt die Befruchtung, d. i. die Ankunft des Pollenschlauchs am Embryosack und der Erguß seines Inhalts in das Keimbläschen, unmittelbar auf die Bestäubung, d. i. das Auftreffen eines Pollenkorns auf der Stempelmündung, da der Weg, welchen der Pollenschlauch zu durchwachsen hat, oft von bedeutender Länge ist. Und die Reaction der Eizelle auf die Einwirkung des Inhalts des Pollenschlauchs ist wiederum oft durch ein geraumes Intervall geschieden. Während z. B. bei der Erle die Bestäubung im Februar erfolgt, beginnt die Embryobildung erst im Mai. Auch andere Holzgewächse (Eiche, Buche, Ulme, Wallnuß, Ahorn, Robinie) lassen oft Wochen vergehen, bevor das Ovulum die Einwirkung des Pollenschlauchs zu erkennen giebt. Bei den Kiefern, welche im zweiten Jahre reifen, trifft der Pollenschlauch erst ein volles Jahr nach der Bestäubung am Embryosack ein, während der Pollenschlauch der Herbstzeitlose (Colchicum autumnale L.), deren Fruchtknoten tief im Boden situirt ist, den ca. 30 cm langen Staubweg in 12 Stunden durchwächst. Die Entwicklung der Eizelle erfolgt bei der letztgenannten Pflanze trotzdem erst im nächsten Frühjahr, 7 bis 8 Monate nach der Bestäubung. Immerhin sind dies Ausnahmen. In der Regel folgt der Bestäubung nach wenigen Stunden die Befruchtung und die Empfängniß, d. i. der Beginn der Entwicklung der Eizelle zum „Vorkeim", sodann zum Embryo.

Gleichzeitig mit der Anlage des Embryo entsteht am entgegengesetzten Ende des Embryosackes eine Bildung von Zellen, welche sich mit „Eiweißstoffen" (Endosperma) anfüllen und zur Ernährung des Embryo dienend noch vor der Samenreife entweder theilweise oder vollständig wieder aufgelöst werden. Im letzteren Falle fehlt dem reifen Samen das Endosperma, und es stellen die Kotyledonen, in einzelnen Fällen auch die Rudimente des Knospenkerns (Perisperma) die Aufspeicherungslocale der künftigen Nährstoffe bei der Keimung dar.

Bei den Nadelhölzern, welche nackte Samenknospen erzeugen und deshalb nacktsamige Pflanzen (Gymnospermia) genannt werden, erfolgt die Befruchtung in etwas abweichender Weise. Die Samenknospen entstehen hier auf der Fruchtschuppe. Diese repräsentirt ein in der Achsel der Deckschuppe situirtes Sprößchen, welches rudimentär bleibt und keine Blätter erzeugt, sondern nur zwei mit einander und der rudimentären Axe verwachsende Vorblätter ausbildet. Jedes dieser beiden Vorblätter erzeugt auf seiner Unterseite, welche vermöge einer Drehung nach oben (innen) gerichtet ist, eine Samenknospe.[1]) Schon vor der Bestäubung füllt sich der Embryosack dieser Samenknospe mit Endosperm, welches jedoch später wieder aufgelöst und von Neuem gebildet wird. In diesem Endosperm zweiter Generation schwellen einzelne Zellen in hervor-

---

[1]) G. Stenzel, Nova Acta etc. 38 (1876), Nr. 3. — Eichler, Blüthendiagramme, Leipzig 1875. — Ed. Straßburger, Gymnospermen und Angiospermen, Jena 1879. — M. Willkomm, Zur Morphologie der samentragenden Schuppe des Abietineenzapfens. Halle 1880.

ragendem Maße an. Man nennt sie „secundäre Embryosäcke“ (Hofmeister) oder „Corpuscula“ (R. Brown) (Fig. 344). Ihre Anzahl ist bei den verschiedenen Gattungen der Nadelhölzer ungleich groß, oft bis zu 20. Die Mehrzahl derselben bleibt jedoch rudimentär, indem eine von ihnen nach der Befruchtung

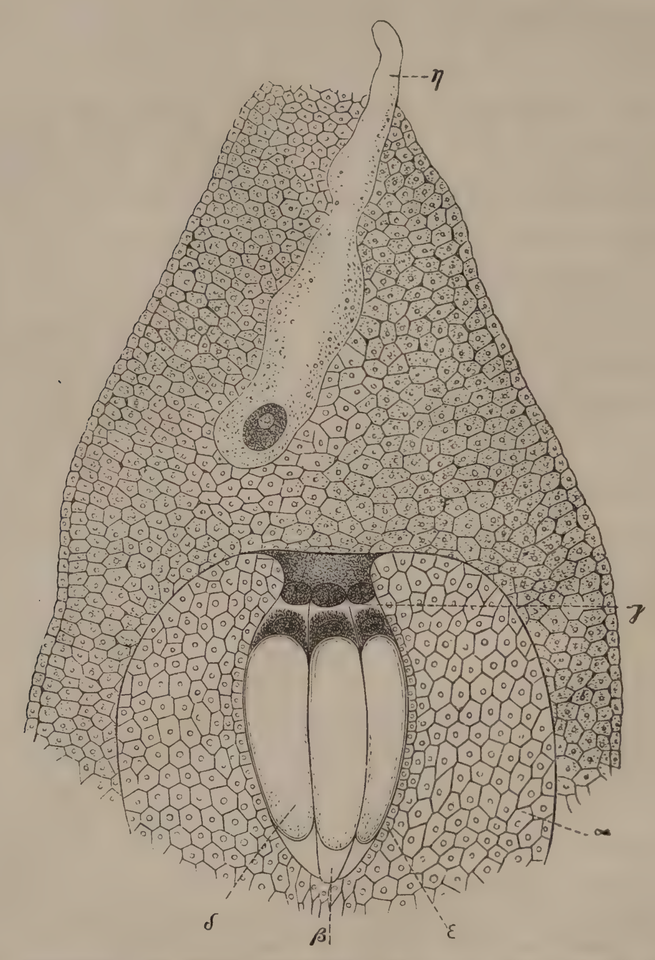


Fig. 344. Knospenkern und Scheitel des Embryosacks (α) von Juniperus virginiana kurz vor der Befruchtung. β Corpuscula mit großen Vacuolen (δ), über denen die Zellkerne; γ Halszellen; ε Hüllschicht der Centralzelle; η Pollenschlauch, in den Knospenkern eingedrungen, an der Spitze mit einer membranlosen Zelle (Vgr. 100). (Nach E. Straßburger.)

den übrigen voraneilt. Sehr selten finden wir in Kiefern- oder Fichtensamen zwei Embryonen ausgebildet.

„Fehlschlagen“ (Abortiren) von Samenknospen ist auch bei den Angiospermen eine sehr gewöhnliche Erscheinung. Die Buche hat einen dreifächerigen Frucht-

knoten mit je zwei Samenknospen. Gleichwohl enthält jede der beiden reifen Früchte einer Cupula nur einen Samen. Auch die „Glans“ der Eiche ist einsamig, obgleich der dreifächerige Fruchtknoten in Summa sechs Samenknospen enthielt (Fig. 275). Desgleichen enthält jeder der drei Fruchtknoten der Kastanie (Fig. 276) 6 bis 8 Samenknospen, von denen eine zur Ausbildung gelangt. Cerasus (Fig. 271), Corylus (Fig. 281), Symphorikarpus (Fig. 251), Berberis (Fig. 304) u. v. a. bieten gleichfalls das Phänomen des Abortirens von Samenknospen dar.

Das Corpusculum zerfällt nach Straßburger zunächst durch eine Querwand in eine obere, kleinere Zelle, die „Halszelle“ (Fig. 344 γ) und in eine untere, größere „Centralzelle“. Die Halszelle bleibt einfach, oder sie zerfällt in mehrere neben oder über einander liegende Zellen; sie bildet den „Hals“ des Corpusculums. Die Centralzelle dagegen wird von dem benachbarten Endospermgewebe aus mit einer flachen Hüllschicht (ε) umgeben und füllt sich mit Protoplasma. In letzterem tritt schließlich eine große Zelle auf: die Eizelle.

Das Pollenkorn gelangt bei den Nadelhölzern direct auf den Knospenmund der weiblichen Blüthe, der Pollenschlauch, welcher an seiner Spitze einen feineren durch eine zarte Membran geschlossenen Tüpfel erkennen läßt, wächst durch den Knospenkern zum Embryosack und bis an die Corpuscula hin, legt sich an mehrere derselben an oder dringt einzeln in den Hals, oft sogar eine Strecke weit in die Centralzelle hinein und giebt seinen Inhalt an die Eizelle ab. Der Zellkern der Eizelle füllt sich sodann mit körniger Stärke oder auch mit trübem Protoplasma und löst sich auf. Die Eizelle zerfällt darauf an ihrem unteren Dritttheil in mehrere (meist drei) über einander liegende Zellen (bei den Cupressineen). Bei den Abietineen treten im unteren Theile des Zellkerns der Eizelle nach der Befruchtung vier in einer Ebene liegende Kerne auf, welche sich durch eine Querwand von den oberen Regionen der Eizelle abgrenzen und durch wiederholte Zelltheilungen den aus mehreren Etagen bestehenden Vorkeim bilden. Aus der Endzelle des Vorkeims entwickelt sich der Embryo, und zwar zunächst dessen Würzelchen, hierauf der Vegetationskegel des Stammes; endlich die Kotyledonen. Die nicht befruchteten Corpuscula schrumpfen darauf zusammen, und lassen sich ihre Rudimente nur bei der Lärche noch im reifen Samen erkennen.

Gleichzeitig mit dem Wachsthum des Samen bilden sich die Integumente der Samenknospe zur Samenhülle, die Fruchtknotenwand zur Fruchthülle aus.

Reifung. — Während des Reifens der Früchte gehen eigenthümliche Veränderungen sowohl in den Fruchthüllen, als in den Samen vor. Die Fruchthüllen verändern meist nach und nach ihre Farbe. Auf die in ihrem Inneren abgelagerten eigenthümlichen Stoffe, wie Säuren, Zucker, fette Oele, Aetherarten ꝛc., haben Licht und Wärme bedeutenden Einfluß. In den unreif sauren, reif süßen Früchten nimmt nicht etwa der Säuregehalt mit dem Reifegrade ab, wohl aber der Zuckergehalt überwiegend zu; im Lichte gereifte Trauben sind zuckerreicher, säureärmer. Nach der Reife faulen fleischige Früchte entweder, oder werden überreif (teigig), indem der Sauerstoff aus der Luft chemisch auf dieselben einwirkt. Manche Obst=

früchte werden erst nach einer gewissen Lagerung vollkommen schmackhaft (tafelreif). Vor der Fäulniß, welche auf der Mitwirkung von Bakterien beruht, sucht man Obstfrüchte dadurch zu schützen, daß man sie, sorgfältig abgewischt und zur Erschwerung der Infection einzeln eingeschlagen, in gut verschlossenen Behältern aufbewahrt. Stärkmehl, Oel und Proteinstoffe lagern sich in dem Zellgewebe des Samen, namentlich in dem Eiweißkörper und den Kotyledonen, ab, und unorganische Stoffe sammeln sich in den Samendecken. Die Samenträger, fleischigen Blüthenböden, sowie die Fruchthüllen führen dem Samen die zum Reifen nöthigen Nahrungssäfte zu. Die Pflanzen selbst werden durch das Reifen ihrer Früchte in der Regel stark erschöpft. Die Blüthen, und ganz besonders die reifenden Früchte entziehen nämlich der Mutterpflanze fortwährend eine große Menge organischer Substanz, welche zerstört wird, indem in denselben ein langsamer Verbrennungsprozeß durch Aufnahme von Sauerstoff und Aushauchung von Kohlensäure stattfindet; nicht minder entziehen sie derselben viele unorganische Stoffe, da man solche in größter Menge in den Blüthen und Früchten findet. Kleine (monokarpische) Gewächse sterben nach der Frühreife total ab. Perennirende Krautpflanzen reproduciren sich durch überwinternde Knospen. In der „polykarpischen" Holzpflanze, wo nur der die Frucht tragende Sproß nach der Reife sich ablöst, findet ein reiches Samenjahr in verminderter Holzbildung seinen merklichen Ausdruck, wie denn andererseits nicht jedes Jahr für eine „Vollmast" genügenden Stoff darbietet, und in der Regel viele Generationen von Laubsprossen dem ersten Blüthensproß vorausgehen. Die „Pubertät" tritt bei den Holzgewächsen in der Regel erst in höherem Alter ein, variabel nach Standort und Entwicklungsgang. Umstände, welche einer üppigen Laubbildung zu Statten kommen, pflegen der Fruchtbildung ungünstig zu sein; ähnlich wirkt ein dichter Schluß des Bestandes, indem derselbe durch Zerstörung vieler Aeste eine lebhafte Neubildung von Laubsprossen anregt. Bei der Fichte rechnet man im isolirten Stande etwa im 30. Jahre auf die ersten Fruchtbildungen, auf gutem Boden im 50. bis 60. Jahre, im Schluß im 60. bis 70. Jahre. Abnorm treten vorzeitige Fructificationen bisweilen schon in den ersten Lebensjahren bei Larix, Pinus, Quercus, Aesculus 2c. auf; doch weiß der Forstwirth das Product frühreifer Bäume nicht zu schätzen; in der Regel sind die Samen, wo nicht taub, doch von schwacher Keimungskraft.

Die Anzahl der Samen innerhalb einer Frucht ist sehr verschieden groß. Während die Schließfrüchte nur einen Samen enthalten, umschließt die Mohnkapsel zuweilen gegen 8000 Samen und eine Tabakspflanze trägt 3—400,000 Samen. Von den Holzgewächsen wird zumeist eine colossale Ueberfülle von Samen, gegenüber dem verschwenderischen Verbrauche der spontanen Waldverjüngung, erzeugt. Ein sehr geringer Bruchtheil der gesund ausgereiften Samen genügt, um ungeachtet zahlreicher Fehljahre und Gefahren, denen der Same am Baume und im Boden, sowie die jungen Pflanzen selbst in ihren verschiedenen Altersstufen ausgesetzt sind, den numerischen Bestand der Gattungen vollauf zu sichern.

Nach der Reife fallen die Früchte ab, die Samen gelangen, indem die Fruchthüllen entweder aufspringen oder faulen, in den Boden oder auf eine sonstige passende Unterlage, und entwickeln sich unter günstigen Umständen in kürzerer oder längerer Zeit zu neuen Pflanzen.

Die Verbreitung der Samen wird begünstigt durch verschiedene Umstände. Bei Beerenfrüchten lockt häufig eine nahrhafte, süße oder aromatische Fruchthülle, vielleicht verbunden mit weitleuchtender Farbe, Vögel und Säugethiere zum Genuß und Verschleppen der unverdaulichen Samen. In anderen Fällen sind es hakige Fortsätze, welche der passiven, oder häutige Flügel, welche der activen Verbreitung der Samen Vorschub leisten. Zugleich begünstigt der Flügel die Orientirung der Samen in der Art, daß das Wurzelende der Radicula beim Auftreffen auf den Boden diesen zugewendet wird. Bei den Abietineen, wo die Mikropyle der Basis der Fruchtschuppe zugewendet ist, begünstigt auch die Zuspitzung des Samen diese



Fig. 345. Abies pectinata. a Fruchtschuppe von innen, links ein vom Flügel (γ) umhüllter Same (β), das rechte Fach (α) leer; b Fruchtschuppe von außen mit Deckschuppe: β der durch Verwachsung beider entstandene Stiel; c geflügelter Same (α) von der Unterseite: β der umgreifende Flügelrand; d entleerter Flügel; e ungeflügelter Same (mit Harzbuckeln); g Längsschnitt durch den Samen (vgr.): α Kotyledonen; β Endosperm, γ Radicularende.

Orientirung sowie die Flugkraft. Der Flügel der Birke (Fig. 303) und Ulme (Fig. 302) ist eine Fortsetzung der Epidermis der Fruchthülle. Der einseitige Nadelholzflügel besteht aus den oberflächlichen (2—4) Zellenlagern der Fruchtschuppe, ist jedoch nicht, gleich dieser, mit Spaltöffnungen besetzt. Bei der Fichte ist der Flügel bereits Mitte Juli, 6 bis 8 Wochen nach der Befruchtung, vollkommen ausgewachsen und bereit, von der lufttrocken gewordenen Fruchtschuppe sich abzulösen. Die Gattungen und Arten der Nadelhölzer lassen sich nach der Beschaffenheit des Flügels (Form, Textur und Art des Umgreifens auf die Samen) unterscheiden. Bei Pinus cembra bleibt derselbe an der Fruchtschuppe haften, der Same ist flügellos; bei Abies (Fig. 345) läßt sich der starre Flügel nur schwer vom Samen trennen. Bei Pinus (Fig. 346; 347) und Picea (Fig. 231; 348) ist der Flügel groß, zart und biegsam; bei Pinus Pinea L. rudimentär. Die zangenförmige Umfassung des Pinus-Samen durch den Flügel (Fig. 346 e) entsteht durch das Verschwinden der Flügelsubstanz auf der Oberseite des Samen, welche bei Abies, Tsuga, Larix weit, bei Picea weniger weit auf die Unterseite übergreifend bedeckt sind. Der anatomische Bau des Flügels erscheint sehr zierlich aus lang=



Fig. 346. Same der Schwarzkiefer, Pinus austriaca Tratt., mit Flügel von innen: a nat. Gr.: b vergr.; c von außen. d isolirter Same; e Flügelzange, Innenseite.

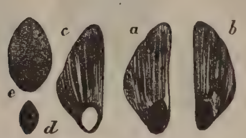


Fig. 347. Same der Krummholzkiefer, P. mont. Pumilio: a Unterseite; b Oberseite; c Flügel; d Same nat. Gr.; e vgr.



Fig. 348. Zapfen (a) und Same der Schwarzfichte, Picea nigra Lk. b nat. Gr.; c geflügelter Same von innen, d von außen; e leerer Flügel vgr.



Fig. 349. Oberhautstück vom Flügel der Hakenkiefer, P. uncinata Ramond: α Poren; β rothe Farbstoffballen.

gezogenen Prosenchymzellen gebildet, mit zahlreichen Poren (Fig. 349) und mit rothen Farbstoffbläschen β. Die der Mittellinie der Fruchtschuppe angrenzende innere Seite des Flügels ist stärker und geradliniger ausgebildet, als die äußere,

dem Seitenrande der Fruchtschuppe zugewendete. Der Abflug des Samen erfolgt daher wirbelnd, und zwar bildet die innere (starke) Seite die Rotationsaxe der schraubenförmigen Windungen, in welchen der Nadelholzsame in unbewegter Luft (Zimmerversuch!) senkrecht, in bewegter Luft bis auf mehrere Baumlängen Entfernung zu Boden wirbelt. Die Rotation wird verursacht durch eine schräg ansteigende Rückbiegung des Flügels oberhalb des Samen, besonders stark bei den Samen der Lärche und Schierlingstanne (Fig. 350). Aus dem gewundenen Verlauf dieser Flügelbiegung folgt mit Nothwendigkeit, daß die Außenseite des Flügels in der schraubenförmigen Fortbewegung sich auf die Rückseite zurückschlägt, woraus sich wiederum ergiebt, daß die beiden Zwillingssamen einer Schuppe in entgegengesetztem Sinne rotiren müssen: rechtsum (nach militärischer Terminologie) der Same, dessen Flügel von der Frucht aufsteigend die Mittelaxe der Schuppe zur Rechten hat; linksum der andere.



Fig. 350. Same der Hemlocks- oder Schierlingstanne, Tsuga canadensis: a. b von außen; c. d von innen, α Harzbuckeln, e Fruchtschuppe.

Keimkraftdauer. — Die Zeitdauer, während welcher die Samen eine latente Lebensthätigkeit behalten, ist bei den verschiedenen Arten sowohl, als auch individuell, äußerst verschieden. Reifegrad und Aufbewahrungsart spielen hierbei die hervorragendste Rolle. Daß ölhaltige Samen im Allgemeinen ihre Keimkraft früher verlieren, als mehlige, ist bekannt, gilt aber nicht ausnahmslos. Man muß die gut ausgereiften und abgelufteten Samen behufs ihrer Conservirung vor Sauerstoffzutritt und Feuchtigkeit schützen. Die Samen der Weiden sind kaum fünf bis sechs Tage nach dem Abflug noch keimfähig. Sehr kurzlebig sind auch die Samen der Pappel und Ulme. Eicheln bleiben nur bis zum nächsten Frühjahr keimfähig, auch die Bucheln in der Regel obgleich sie unter Umständen im Boden überliegen und erst im nächstfolgenden Frühjahr auflaufen. Dasselbe gilt für Esche, Ahorn, Tanne. Die Fichten- und Kiefernsamen keimen noch im Alter von drei bis fünf Jahren mit einem leidlichen Procentsatz, aber, im Vergleich zur frischen Waare, mit geschwächter Energie, und liefern dementsprechend weichliche Pflänzchen. Daß einzelne Individuen mancher Samenarten unbeschadet der Lebenskraft ihres Embryo's Jahrhunderte überdauern, ist unzweifelhaft nachgewiesen.[1])

Die Keimkraft eines Samenposten erlischt nicht plötzlich; die schwächsten Samen fallen zunächst zum Opfer. Im bewohnten Zimmer in verschlossenen Gläsern aufbewahrte Samen haben, Tharander Untersuchungen zufolge, Folgendes ergeben:

---

[1]) F. Nobbe, Handbuch der Samenkunde. Berlin 1876. 368.

Gattung.	Ernte-jahr.	Keimkraft-Procent nach Verlauf von:												
		½	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		Jahren in Procenten.												
Pinus sylvestris[1]) .	1869 a	?	?	52	.	.	29	.	13	.	.	.	0	—
" "	" b	?	?	58	.	.	32	.	12	.	.	.	0,5	—
" "	1870	?	69	.	.	29	.	9	.	.	.	0,25	—	—
" "	1877	93	.	72	67	—	—	—	—	—	—	—	—	—
" "	1878	92	81	70	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Trifolium pratense[2])	1869	?	89	.	72	54	.	44	.	23	23	.	11	10,5
Pisum sativum[2]) . .	1871	96	.	86	.	.	83	87	.	52	.	47,7	—	—
Spergula arvensis[2])	1868	99	.	.	.	.	64	.	54	42	.	25	.	20
" "	1871	89	.	.	85	.	79	79	.	69	.	67	—	—
Linum usitatissim.[2])	1869	93	.	74	62	53	.	49	33	.	6	.	3	—

Die Zapfenernte der Nadelhölzer wird in der Regel etwas zu spät vorgenommen, nämlich im November bis Februar, indem man von der Hypothese ausgeht, es sei förderlich für den Klengproceß, daß die Zapfen vom Frost getroffen werden; daß ferner die Samen im Winter noch Stoffe aus dem Zapfen entnehmen und dadurch besser ausgebildet werden. Beides ist thatsächlich unbegründet. Die Fichten- und Kiefernsamen sind in normalen Jahren Ende September und Anfangs October vollkommen ausgebildet und keimfähig und können durch Verzögerung der Ernte nur einen Procentsatz bester (mittlerer) Samen verlieren, wenn trockene Witterung eine Eröffnung der Zapfenschuppen herbeiführt.

Das Oeffnen und Schließen der Zapfenschuppen beruht auf dem hygroskopischen Charakter der Basis der Schuppe. In die letztere tritt aus der Spindel des Zapfens bei Pinus und Picea ein starkes Holzbündel ein, welches bei gewaltsamem Losbrechen einer Schuppe von der Zapfenspindel als ein keilförmiger Fortsatz der Schuppe mit fortgerissen wird (Fig. 81). Dieses Holzbündel verjüngt und vertheilt sich innerhalb der Schuppe nach deren Gipfel hin in eine größere Anzahl Fasern, welche an der Innenseite der Fruchtschuppe verlaufen (Fig. 81 C b; D u. E α). Hinter diesem Holzkörper lagert ein mächtig entwickelter Bastkörper; dieser ist einer bedeutenden Drehung fähig und erfährt im feuchten Zustande jene starke Krümmung, durch welche die obere, dünnere und flachere Partie der Schuppe veranlaßt wird, sich fest an die höheren und seitlichen Nachbarschuppen anzulegen, ohne daß die Samen gedrückt werden. Im Austrocknen verkürzt sich jenes Bastbündel (Fig. 81 C a), mit ihm die Rückseite der Schuppe, der Zapfen öffnet sich. Die Darrhitze (40° bis 50° C.) beschleunigt begreiflich die Austrocknung der Schuppe und reducirt den Proceß auf etwa 12 Stunden; trockene Winde, gewöhnliche Zimmertemperatur besorgen dasselbe langsamer auf natürlichem Wege.

Keimung. — Der Same „keimt“, wenn der Embryo aus dem Zustande der Ruhe erwacht, die Hüllen, welche ihn schützen, verläßt, und zur Pflanze heran-

[1]) Product der Königl. Sächsischen Kiefern-Klenganstalt zu Lausnitz, durch Güte des Directors derselben, Herrn Oberförster Lehmann, empfangen.

[2]) Im Mittel vieler wiederholt geprüfter Handelswaaren.

wächst. Die zur Keimung erforderlichen Bedingungen sind ein gewisser Grad von Feuchtigkeit und Wärme, sowie Zutritt von Sauerstoff; Nebenumstände, welche die Keimung modificiren können, sind das Licht, die Beschaffenheit des Bodens, in welchem sich der Same befindet, und in gewissem Grade die Elektricität. Die Meinung, daß durch gewisse Stoffe, wie Chlor- und Salzsäurelösungen die Keimung beschleunigt werde, beruht auf Irrthum. Sobald der Same in den Boden gelangt und von Wasser durchtränkt wird, quillt derselbe zu dem oft sehr beträchtlichen Volumen auf, welches der ausgewachsene frische Same durch Schrumpfung beim Reifen verloren hatte. Die **Quellung** des Samen ist der erste (mechanische), die **Auflösung und Umbildung der Reservestoffe** der zweite (chemische), die **Entfaltung des Embryo** der dritte (morphologische) Act des Keimungsprocesses. Alle diese drei Stadien sind in gewissem Grade unabhängig von einander, und wenn ein Same nach der Aussaat nicht keimt, so kann die Ursache entweder in der Quellungsunfähigkeit, oder in einer bereits eingetretenen Zersetzung der Reservestoffe oder endlich in der Leblosigkeit des Embryo begründet sein. Ganz besonders sind manche Samen von Papilionaceen und Cäsalpineen, vermöge einer undurchdringlichen Testa, zum jahrelangen Widerstande gegen den die Lebensbewegung des an sich gesunden Embryo bedingenden Eintritt von tropfbar flüssigem Wasser prädisponirt.[1] Sie keimen einfach deshalb nicht, weil sie nicht aufzuquellen vermögen. Von je 400 Körnern von Robinia pseud-acacia (Handelswaare), welche in zwei Parallelversuchen am 13. April 1874 in destillirtes Wasser gelegt wurden, quollen und keimten in den ersten 10 Tagen 71 resp. 117. Von den nach dieser Frist, mit welcher der ordnungsmäßige Keimversuch mit Papilionaceen für praktische Zwecke als abgeschlossen zu betrachten ist, restirenden 329 resp. 283 Samen sind weiterhin noch folgende Anzahl Keimpflänzchen erzielt worden (die Samen liegen unausgesetzt in destillirtem Wasser, welches von Zeit zu Zeit erneuert wird):

bis Ende	1874	1875	1876	1877	1878	1879	1880	1881[2]
Probe A.	55	18	7	8	4	3	3	1
„ B.	58	16	10	2	4	8	3	0

Es verbleiben nach Verlauf von vollen sieben Kalenderjahren noch im Durchschnitt beider Proben 67 Samen (22 Proc. der nach 10 Tagen noch ungequollenen oder 17 Proc. der ursprünglich in Arbeit genommenen Anzahl). Diese Samen sind gleichwohl gesund; die geringste Verletzung der Samenhülle hat bei den seit Jahren resistenten Samen nach wenigen Stunden die Aufquellung und in der Regel sofortige Keimung zur Folge. Manche Erscheinung verzögerter Keimung von Samen findet in dieser im Haushalt der Natur bedeutungsvollen Einrichtung ihre zwanglose Erklärung. Nach der Aufquellung beginnt sofort die Auflösung und Metamorphose der im Samen gehäuften Nährstoffe Oel, Stärke, Protein, Mineralstoffe und die Reaction des Embryo. Durch Dreschen der mit hartem

[1] F. Nobbe und H. Hänlein, Ueber die Resistenz von Samen gegen die äußeren Factoren der Keimung. Landw. Vers.-Stat. **20** (1877), 71.

[2] Bis 13. April 1881.

Sande vermengten Samen in einem Sacke kann man den Procentsatz der Keimung bei derartigen Samen (Robinia Cytisus, Colutea etc.) bedeutend erhöhen.

Eine zweite Kategorie von Samen liegen oftmals ein Jahr und länger im Boden, ohne zu keimen, obgleich sie von Wasser durchtränkt sind, wie die Schnittprobe erweist (Esche, Ahorn, Crataegus, Prunus etc.). Die Ursache dieser Erscheinung ist ohne Zweifel darin zu suchen, daß die diastatischen und peptonisirenden Fermente, welche die Umwandlung der Reservestoffe induciren, sich sehr zögernd in den Samen entwickeln.

Der Uebergang des Keimungsprocesses in den Vegetationsproceß ist kein plötzlicher, sondern vollzieht sich allmählig. Die reine Keimung geht von Statten, so lange ausschließlich die Kohlenhydrate oder das Oel des Samen das Material zur Bildung neuer Zellen, die stickstoffhaltigen Substanzen das des Protoplasma der Wurzel- und Stammspitzen und der jungen Blätter liefern. Sobald die ersten Chlorophyllkörner in den an das Licht erhobenen Blättern auftreten, beginnt zugleich die Assimilation, und beide Processe laufen parallel, bis sämmtliche in den Samenlappen oder dem Eiweißkörper als Reservenahrungsstoffe abgelagerte Substanz consumirt ist. Erst jetzt ist die Keimung definitiv vollendet, und die junge Pflanze hat die weiter erforderliche Nahrung mittelst ihrer Wurzeln und Blätter dem Boden und der Atmosphäre selbstthätig zu entnehmen.

Fortpflanzung durch Theilung. — Viele Pflanzen vermehren sich auch auf ungeschlechtlichem Wege („individuell") durch Theilung der Ernährungsorgane, indem sie entweder an verschiedenen Stellen Stamm-Adventivknospen treiben, welche sich von der Mutterpflanze ablösen und auf einer passenden Unterlage zu neuen Pflanzen heranwachsen; oder indem die Knospen noch mit der Mutterpflanze verbunden Sprosse mit Adventivwurzeln erzeugen, welche sich erst dann von der Mutterpflanze trennen und als selbstständige Individuen fortwachsen. Zu der ersteren Art gehört die Vermehrung durch Keimkörner oder Lagerkeime (Gonidia), Brutknospen, Brutzwiebeln, Axillarzwiebeln, Zwiebelknospen, Knollen, sowie durch die Knospen, welche sich bei manchen Pflanzen (Gloccinia, Begonia, Bryophyllum) an Blättern bilden, wenn dieselben auf feuchte Erde gelegt werden. Bei Stratiotes aloides bilden sich in den Blattachseln echte Laubknospen auf langen Stielen, die sich später von der Mutterpflanze trennen, und so die starke Vermehrung dieser Pflanze veranlassen, selbst an Orten, wo sie nur selten oder gar nicht zur Blüthe gelangt. Zur zweiten Art gehört die Vermehrung durch Ausläufer, natürliche Absenker, natürliche Theilung des Wurzelstockes, Wurzelbrut und Stockausschlag. In allen diesen Fällen entwickeln sich, im Gegensatz zum Keimproceß, immer zuerst Stammorgane und dann Wurzeln.

Aber auch auf künstlichem Wege können die Pflanzen individuell vermehrt werden, entweder durch mechanische Theilung der Wurzelstöcke, Knollen und der mit Adventivknospen oder schon entwickelten Trieben versehenen stärkeren Wurzeln (Sträuche), oder indem man oberirdische Stengeltheile bald noch mit der Mutterpflanze verbunden, bald von derselben getrennt in die Erde bringt und sie dadurch veranlaßt, Wurzeln zu treiben. Dieser Vermehrungs-

art ist in der gärtnerischen Praxis, und für manche werthvollen forstlichen Gewächse im Verhältniß zur Pflanzenerziehung aus Samen ein um so breiterer Raum gewährt, als sie zugleich für die Erhaltung der Varietät-Merkmale eine größere Sicherheit verbürgt[1]), welche bei der Samencultur gern eine rückläufige Entwicklung in die Stammform einschlagen. Diöcische Pflanzen, bei welchen nur das eine Geschlecht in Europa vertreten ist (das ♂ bei Populus dilatata, das ♀ bei Salix babylonica) sind ohnehin auf die ungeschlechtliche Verjüngung zwingend hingewiesen. Hierher gehört die Vermehrung durch Absenker und Steckreiser, Stecklinge oder Setzstangen; auch diese Art der Fortpflanzung läßt sich nicht bei allen Pflanzen auf gleiche Weise anwenden, namentlich lassen sich durch Stecklinge nur solche Bäume und Sträucher leicht vermehren, die ein weiches Holz haben, und schnell wachsen, z. B. Weiden und Pappeln; indessen gelingt es doch auch bei vielen anderen Pflanzen, wenn man die Operation in Kästen vornimmt, welche durch Glasfenster geschlossen werden können, und in welchen die Stecklinge stets von einer warmen und feuchten Atmosphäre umgeben sind (Stopferkästen). Die Vermehrung durch Absenker geschieht, indem man einen Zweig, der noch mit der Mutterpflanze verbunden ist, an einer Stelle zur Hälfte durchschneidet oder mit einem Draht zusammenschnürt, und dann an dieser Stelle in feuchte Erde oder Moos bringt; zuweilen bringt man den Zweig auch nur in die Erde ohne irgend eine weitere Vorbereitung. Sobald sich Wurzeln gebildet haben, wird derselbe von der Mutterpflanze getrennt, und wächst nun als selbstständige Pflanze fort. Als natürliche Absenker gehören hierher die oben (S. 139) erwähnten Töchterbäume tief streichender Aeste. Bei der Fortpflanzung durch Stecklinge oder Steckreiser wird der Zweig sogleich von der Mutterpflanze getrennt, und in die Erde gesetzt, wo sich dann bald an der in dem Boden befindlichen Schnittfläche ein Callus bildet, aus welchem Wurzeln hervorbrechen. Man nimmt hierzu gewöhnlich zweijährige Zweige. Aeltere Zweige, mit denen dies Verfahren bei manchen Pflanzen wohl auch gelingt, werden Setzstangen genannt.

Hierher ist endlich auch die Vermehrung oder vielmehr Veredelung wilder Stämme durch Edelreiser oder Edelaugen zu rechnen, wozu man sich verschiedener Manipulationen bedient; immer ist aber eine innige und anhaltende Berührung zwischen lebenden Organen beider Pflanzen, sowie eine gewisse Uebereinstimmung in der Vegetation beider Pflanzen erforderlich. Je größer die Aehnlichkeit zwischen beiden Pflanzen, desto leichter gelingt die Veredelung; am besten daher zwischen Varietäten derselben Art, oder nahe verwandten Arten einer Gattung. Die vorzüglichsten Veredelungsarten sind: das Ablactiren, das Pfropfen oder Pelzen, das Copuliren und das Oculiren.

Bei dem Ablactiren wird das Edelreis, ohne es vom Mutterstamme zu trennen, sowie ein Zweig des Wildlings angeschnitten und beide an der Schnitt-

---

[1]) Zwar findet auch bei den durch ungeschlechtliche Vermehrung entstandenen Gewächsen bisweilen ein partieller Rückschlag der Cultur- in die Stammform statt. An der Blutbuche, Fagus sanguinea, z. B. treten oft einzelne grünblättrige Zweige auf; an Fagus sylvatica asplenifolia einzelne Aeste mit nahezu einfacher Blattgestalt; doch sind diese Ausnahmen relativ selten.

fläche genau mit einander verbunden, so daß Holz, Rinde und Cambium auf einander treffen, und dadurch die Verwachsung eingeleitet. Letztere erfolgt zunächst durch ein von den Markstrahlen ausgehendes „intermediäres Zellgewebe“ (Göppert), sodann durch innige Verbindung der Cambialzone. Das Pfropfen oder Pelzen besteht darin, daß man das vom Mutterstamme getrennte Edelreis an seinem Grunde keilförmig zuschneidet und in eine entsprechende Spalte der horizontalen Schnittfläche des Wildlings einsenkt. Die Spalte wird entweder durch den ganzen Querdurchmesser oder nur bis zur Mitte desselben geführt, wonach man das Pfropfen in den ganzen oder halben Spalt unterscheidet; oder man schiebt wohl auch das keilförmig zugeschnittene Edelreis bloß zwischen die vorher gelöste Rinde und das Holz des Wildlings hinein. Das Copuliren wird bewirkt, indem man das getrennte Edelreis und den Wildling schräg zuschneidet, und beide an den Schnittflächen genau mit einander verbindet. Als Edelreiser wählt man in der Regel jährige Zweige mit 3—4 Knospen. Bei dem Oculiren wird eine Knospe (Auge) sammt einem Theile der Rinde von dem edlen Stamm gelöst, und in einen ⊤ förmigen Spalt der Rinde des Wildlings so eingeschoben, daß nur die Knospe aus dem Spalte hervorragt; man unterscheidet hierbei nach der Zeit, zu welcher man die Veredelung vornimmt, das Oculiren auf das wachende oder treibende, und das Oculiren auf das schlafende Auge. Ersteres wird im Frühjahre, oder um Johanni vorgenommen, so daß sich die Knospe noch in demselben Sommer entwickeln kann; letzteres dagegen im Spätsommer oder Herbste, so daß die Knospe erst im folgenden Frühlinge zur Entwicklung gelangt. In allen angeführten Fällen muß die Verbindungsstelle sogleich mit Bast fest verbunden und dann mit Baumwachs oder einem anderen passenden Kitt verschlossen werden, um die Einwirkung von Luft und Feuchtigkeit abzuhalten.

In neuerer Zeit ist man auch dazu verschritten, Kräuter und junge Baumzweige desselben Jahres zu pfropfen und zu oculiren, welches Verfahren namentlich bei Nadelhölzern angewendet wird, welche den anderen Veredelungsweisen nicht zugänglich sind — Abies-Arten lassen sich stecken[1]) —, weil sich die Schnittflächen alsbald mit Harz überziehen, wodurch die Verwachsung verhindert wird. Man pfropft auf diese Weise im Juli; für Kräuter wählt man die Zeit ihres üppigsten Wachsthumes. Indessen erfordert diese Veredelungsweise, wenn sie gelingen soll, immer viel Geschicklichkeit.

Bei der Veredelung behält in der Regel das Edelreis seine Natur und Entwicklungsweise, unabhängig von der „Unterlage“, bei, in der Art, daß man auf einem Baume fünf bis sechs und mehr verschiedene Birnensorten von höchst un-

---

[1]) Man wählt dazu am liebsten den Gipfelsproß, da an gestreckten Zweigen die charakteristische Zweizeiligkeit der Aeste wenigstens im Anfange erhalten bleibt. Der so des Gipfels beraubte Baum ersetzt den Letzteren durch die Aufrichtung der nächst tieferen (bisweilen mehrerer) Seitenaxe, zumal wenn letztere in verticaler Stellung befestigt wird (Fig. 4). Ihr kommt in erster Linie das durch Entfernung des Gipfels frei werdende Bildungsmaterial zu Gute; durch kräftigere Ernährung wird in ihr die Gewebespannung und damit die geocentrische Aufwärtskrümmung befördert, und da vertical wachsende Sprosse stets im Wachsthum den horizontalen Sprossen überlegen sind, erlangt die aufgerichtete Axe einen um so entschiedeneren Vorsprung.

gleicher Blüthezeit, Reifung und Form zu erziehen vermag; daß manche Varietäten nur auf diesem Wege, nicht durch Samen, formgerecht zu erhalten sind, und daß selbst eine ungleiche Wachsthumsenergie der beiden combinirten Sorten bisweilen durch eine plötzliche Verjüngung an der Pfropfstelle bei Linden, Obstbäumen rc. zum Ausdruck gelangt (Fig. 156). Immerhin machen einzelne Beobachtungen einen gewissen Einfluß des Mutterstammes auf das Edelreis, und selbst vice versa, wenigstens in unwesentlichen Punkten (Panachirung rc.), unter Umständen wahrscheinlich.[1])

Kreuzung. — Durch die Bestäubung mit dem Pollen fremder (nahe verwandter) Blüthen wird eine Kreuzbefruchtung eingeleitet, welche der Vegetationskraft auffrischend besser zu Statten kommt, als strenge Inzucht. Befruchtung durch Pollen von Individuen anderer, verwandter Arten erzeugt Bastarde oder Hybriden, welche namentlich bei ein- und zweihäusigen Gewächsen durch Insectenvermittlung häufig auftritt. Kaum eine andere Pflanzengattung kann an Reichthum der Bastardformen mit den Gattungen Vitis, Pyrus, Rubus (Focke) und den zweihäufig blühenden Weiden concurriren. Man kennt von der Gattung Salix freilebende sowie auch künstlich erzeugte Bastarde sehr complicirten Ursprungs. Durch vieljährig fortgesetzte Experimentation mit theils selbstgezüchteten, theils wild gewachsenen Bastarden von Weiden gelangte Max Wichura[2]) schließlich zu „septenairen Formen“, d. i. aus sechs echten Arten als Stammeltern abgeleiteten Individuen. In eine Formel gefaßt lautet dieses Product combinirter Bastardirung:

♀ Salix (♀ [♀ [Lapponum L. + Silesiaca Willd.] spont. + ♂ [purpurea L. + vinimalis L.]] + ♂ [caprea L. + daphnoides Vill.]) + ♂ S. daphnoides Vill.

Ein Schema (Fig. 351) wird diese Combination erläutern. (Die Stammeltern sind durch Dreiecke, die ♀ Bastarde durch Quadrate, die ♂ durch Kreise dargestellt.)

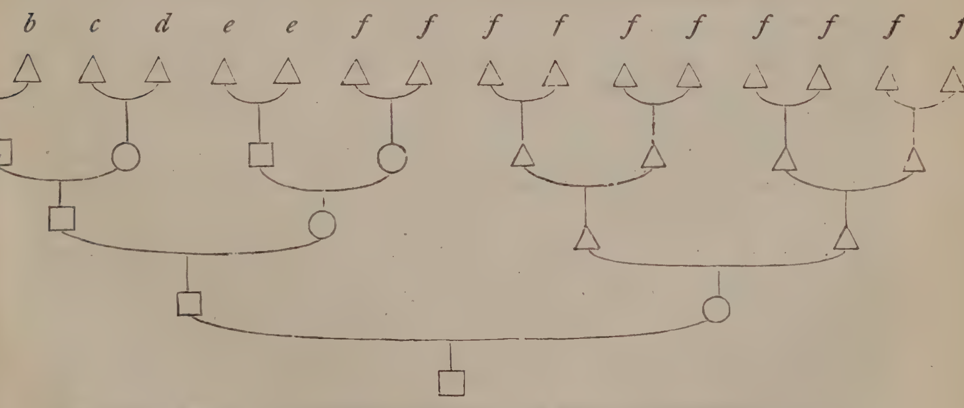


Fig. 351. Schema einer septennairen Bastardirung bei Weiden (nach Wichura). a Salix Lapponum; b Silesiaca; c purpurea; d viminalis; e caprea; f daphnoides.

---

[1]) H. R. Göppert. Ueber innere Vorgänge bei dem Veredeln rc. Cassel 1874.
[2]) Die Bastardbefruchtung im Pflanzenreiche, erläutert an den Bastarden der Weiden. 1865.

Nicht immer gelingt die natürliche Kreuzbefruchtung. Je näher verwandt zwei Pflanzenformen, desto leichter ist im Allgemeinen eine Bastardirung; mithin zwischen Varietäten einer und derselben Species leichter, als zwischen verschiedenen Arten oder gar Gattungen. Rhododendron bildet mit Azalea-, Rhodora- und Kalmia-Arten Bastarde, Pfirsich mit Mandel, nicht aber Apfel mit Birne, obgleich diese einander systematisch nahe stehen. Cytisus Adami ist ein vielbesprochener Bastard von C. Laburnum und C. purpureus. Syringa chinensis wird als Bastard von S. vulgaris und S. persica angesprochen &c.

Die künstliche Hybridisation bietet namentlich bei Bäumen große Schwierigkeit in der rechtzeitigen Castration der zu befruchtenden Zwitterblüthen und in der Isolirung der betreffenden Zweige durch Glasglocken, undurchdringliche (gummirte) Gaze &c. Oft muß die Entnahme der Staubgefäße schon in der Knospe geschehen (Cytisus, Citrus &c.). Andererseits ist die Lebensdauer der Pollenkörner im Allgemeinen kurz; sie erhalten sich wenige Tage keimfähig, übertreffen darin jedoch bisweilen die Samen der betreffenden Pflanze. Pollen von Weiden, deren Samen nach 5 bis 6 Tagen ihre Keimkraft einbüßen, fand Max Wichura nach 14 bis 16 Tage nach der Stäubung fähig, den Pollenschlauch hervorzutreiben. Man bewahrt den reifen Staubbeutel zu diesem Zwecke zwischen Uhrgläschen, welche man nach wenigen Stunden mit einem dünnen Zinnblättchen umhüllt (Godefroy). Duroy fand so aufbewahrte Pollen der weißen Lilie von 1842 noch 1843 wirksam[1]), und H. Hoffmann erzielte guten Erfolg durch künstliche Befruchtung bei Mercurialis annua, welche im Mai mit Pollen vom September des Vorjahres ausgeführt wurde.[2])

Bastarde, welche in der Gärtnerei durch künstliche Uebertragung von Pollen häufig erzeugt werden, sind in der Regel vollkommen unfruchtbar, indem sowohl die weiblichen Geschlechtsorgane der Bastarde vielfach steril bleiben, als auch der Pollen derselben viele unwirksame oder in ihrer Potenz geschwächte Körner enthält. Im Allgemeinen erweist sich bei gleichzeitiger Bestäubung mit dem eigenen Pollen und dem einer anderen Pflanze nur der erstere wirksam, wahrscheinlich weil er durch größere Wachsthumsenergie in dem Gewebe des Staubwegs früher zur Mikropyle gelangt. Somit hat die Bestäubung durch den Pollen der Stammpflanze einen Vorzug, wodurch in der freien Natur das allmählige Erlöschen der Bastardform, ihre Wiederaufnahme in die Stammform eingeleitet werden würde, auch wenn nicht zugleich die Samen des Bastards in ihrer Keimkraft in der Regel geschwächt erschienen. Wird jedoch die durch Bastardirung erzeugte Zwischenform eine Reihe von Generationen hindurch, unter dauerndem Ausschluß des Pollen der Stammform, aufrecht erhalten, so befestigen sich ihre Merkmale zur „Constanz". Durch klimatische und andere Standortsverhältnisse bedingte oder zufällige Bildungsabweichungen an guten Species vermögen gleichfalls zu einer von Generation zu Generation fortschreitenden Befestigung ihrer Vererbung zu führen und die Entstehung von Varietäten zu veranlassen.

---

[1]) Lecoq, Hybridisation. Weimar 1846.

[2]) Botan. Zeitung **30** (1872), Nr. 6, 7.

Wenn die künstliche Züchtung und Kreuzung bei einem Theil der Culturgewächse schon in historischer Zeit fast unzählbare, mehr oder minder constante, d. i. durch Samen sicher fortpflanzungsfähige Varietäten erzeugt hat, so geht dieser Umwandlungsproceß in der frei arbeitenden Natur zwar langsamer, aber in ungleich weitgreifenderem Maßstabe von Statten. Die zeitweilige Erdflora ist nur ein vorübergehender Ausdruck der pflanzlichen Schöpfungskraft. In jedem Individuum einer Pflanzenart ruht die Möglichkeit der Abänderung einzelner Organe. Ganz besonders erscheinen Bastarde geneigt zu variiren: offenbar weil in diesen durch die Vereinigung der Eigenschaften zweier Stammformen der Bestand vererblicher Merkmale der Stammpflanzen bereits aufgelockert worden ist. Eine individuell auftretende Abänderung kann auf rein inneren Ursachen beruhen; ob sie erblich Bestand haben soll, ist von äußeren Umständen bedingt. Sofern die Abänderung dem Gedeihen der Pflanze nützlich ist, wird sie in den Nachkommenden naturgemäß gesteigert erscheinen, da nur die mit dem neuen, nützlichen Merkmal in hervorragendem Maße ausgestatteten Individuen Aussicht haben, in dem „Kampfe um's Dasein“ durchzudringen, die minder günstig ausgestatteten Abformen aber degeneriren und schließlich erliegen. Bestände die Abänderung, um nur ein Beispiel aufzuführen, in dem Auftreten von Stacheln oder Dornen, oder in der Entwicklung eines den natürlichen Feinden widerwärtigen Duft- oder Geschmackstoffes, so würde die neu entstandene Form in dieser Abänderung eine Bürgschaft ihrer Fortzeugung besitzen, welche vielleicht in anderen Abkömmlingen derselben Stammpflanze compensirt wird durch einen späteren Aufbruch der Winterknospen, durch größere Widerstandsfähigkeit oder Flugkraft der Samen u. dgl. Die Natur übt so eine fortdauernde „Zuchtwahl“ (Selection, Darwin), indem sie durch die Concurrenz der Individuen gleicher oder verwandter Art, durch locale klimatische Widerwärtigkeiten, durch den Eingriff von Feinden und andere auf die Existenz neugebildeter Formen einstürmende Schwierigkeiten das unzweckmäßig Organisirte sofort oder in den nachkommenden Generationen wieder vernichtet, so daß schließlich unter gegebenen Localverhältnissen nur die bevorzugten, d. i. dem Standort vollkommen „angepaßten“ Formen übrig bleiben. Dazu kommt, daß die Vererblichkeit neu entstandener Merkmale, anfänglich schwach[1]), von Generation zu Generation sich befestigt und schließlich „constant“ wird. Da die in einer bestimmten Richtung „befestigten“ Abformen ihrerseits nicht unveränderlich sind, sondern die Tendenz zu weiteren Abänderungen innewohnt, so müssen die unterscheidenden Merkmale der in verschiedenen Richtungen aus einander gehenden abgeleiteten Formen, gegenüber der Stammform, sich im Laufe der Zeit zu einem solchen Betrage häufen, daß nicht mehr von bloßen Varietäten, sondern von verschiedenen neuen Arten zu reden ist.

---

[1]) Die Samen einer der in Fichtenwäldern vereinzelt auftretenden Schwedischen Hangefichte (P. vulg. vinimalis), welche ich im Sommer 1880 in Gesellschaft des Herrn Prof. Hampus von Post in Ultuna zwischen genanntem Orte und Upsala sah, lieferte in ihren von einem 25 m hohen Baume gewonnenen Samen, unter ca. 60 Pflanzen gewöhnlicher Form, ein Exemplar vom typischen Charakter der Hangefichte. Derselbe steht im botanischen Garten zu Upsala, ist gegenwärtig 12 Jahre alt, gegen 4 m hoch und von prächtigem Wuchs.

Auf diesen und anderen Beobachtungen und Erwägungen beruht die an den Namen Charles Darwin geknüpfte „Descendenz-Theorie“, d. i. die Lehre, daß die „Arten“ einer Gattung Abkömmlinge einer Stammpflanze sind, und daß im letzten Grunde die Mannichfaltigkeit der gegenwärtigen Pflanzenformen auf wenige „geschaffene“ Urformen zurückzuführen sei. Jede der gegenwärtigen Pflanzen- (und Thier-) Arten hat hiernach im Verlauf von Aeonen eine Entwicklungsgeschichte „Phylogenesis“ durchgemacht, analog der speciellen Entwicklung („Ontogenesis“), welche jedes Individuum seinerseits vom embryonalen bis zum Zustande vollkommener Ausbildung durchzumachen hat. Die letzte Consequenz, auch diese pflanzlichen „Urformen“ als das natürliche Product der Combination unorganischer Molecüle aufzufassen, hat Darwin selbst nicht gezogen.

Vierter Abschnitt.

Systemkunde.

Die systematische Botanik nimmt die Millionen Einzelpflanzen, welche in der Gegenwart die Flora der Erde bilden, als zur Zeit Festes, Unveränderliches, und sucht die Pflanzen nach dem einen oder anderen Principe in Gruppen und diese in ein übersichtliches Ganzes (System) zusammen zu fassen. Diese Gruppen sind von sehr ungleichem Werthe und in der nur Individuen schaffenden Natur nicht gegeben, sondern Abstractionsbegriffe; sie entsprechen dem schematisirenden Bedürfnisse des Menschengeistes. Eine der wichtigsten Gruppen ist die „Art“ oder Species. Zu einer „Art“ gehören alle die Individuen, welche unter gleichen äußeren Verhältnissen wesentlich gleiche Merkmale darbieten, die gleiche Entwicklung und Bildung zeigen. Die Merkmale müssen constant (erblich) sein, um den Artbegriff zu bestimmen; ein Merkmal ist um so wichtiger, je constanter es auftritt, und je wesentlicher es mit der ganzen Organisation und Entwicklungsweise der Pflanzen zusammenhängt. Farben-, Zahlen- und Größenverhältnisse sind im Allgemeinen wenig wesentlich (inconstant), daher zur Unterscheidung großer Gruppen ungeeignet. Sehr wichtig ist es dagegen, ob eine Pflanze Axen- und Seitenorgane unterscheiden läßt, ob sie Wurzeln besitzt, Blüthen erzeugt, mit oder ohne Fruchtknoten, mit einfacher oder doppelter Hülle, ob letztere aus einem Stück oder aus mehreren getrennten Blättern besteht ꝛc. Abweichungen von geringerer Dignität, welche in den Nachkommen leicht wieder zur Grundform zurückkehren, bedingen die Abarten (Varietas). Erreichen die Abweichungen einen höheren Grad von Constanz, so bilden sie die Unterart (Subspecies). Eine zufällige, individuelle Abweichung von der Artform begreift man unter den Namen der „Abänderung“ (Variatio).

Gegenwärtig kennt man mehr als 300,000 Pflanzen-Arten. Eine so große Anzahl von Formen nach bestimmten charakteristischen Merkmalen in kleinere und größere Abtheilungen zu bringen, oder sie zu classificiren, faßt man zunächst alle in vielen Eigenschaften, im anatomischen Bau, in den Blüthentheilen ꝛc. nahe übereinstimmende „Arten" in eine Gattung (Genus), verwandte Gattungen in eine Ordnung (Ordo) und verwandte Ordnungen in eine Classe (Classis) zusammen. Jede dieser Abtheilungen enthält unter Umständen Unterabtheilungen. Im Alterthum unterschied man vornehmlich die Gruppen der Bäume, Sträucher, Halbsträucher, Kräuter, und benannte die Pflanzen hauptsächlich nach ihren einzelnen zum Menschen in Beziehung stehenden (technischen, wirklichen oder vermeintlichen therapeutischen ꝛc.) Eigenschaften. — Noch in dem im Jahre 1574/76 angelegten „Kreuterbuch" des Hieronymus Harder in Ueberchingen, leicht dem ältesten uns überkommenen Herbarium[1]), welches sich in der Bibliothek der Königl. Forstakademie zu Tharand befindet[2]), wird diese Anordnung deutlich, indem Marchantia polymorpha als „Lebermoos" neben Hepatica triloba Gilib., dem „Leberkraut", und die „Lungenflechte" Sticta pulmonaria Ach. neben dem „Lungenkraut" Pulmonaria officinalis L. sich arrangirt findet ꝛc.

Allmählig (im 16. Jahrhundert) machte sich jedoch in Deutschland, den Niederlanden und Italien ein lebhafteres Bedürfniß einer Beschreibung der Gewächse und deren Anordnung nach inneren Merkmalen einer Verwandtschaft geltend. Der Italiener Andrea Caesalpino classificirte (1583)[3]) die Gewächse nach der Beschaffenheit der Früchte und Samen, als des höchsten Productes der Pflanze, und gelangte so zu 15 Classen, von denen zwei die Arboreae (Arbores et Frutices), 13 die Herbaceae (Suffrutices et Herbae) umfassen.[4]) Spätere Systeme (Rivinus 1690/99 und Tournefort 1700) nahmen auf die Verhältnisse und Formen der Blüthen Rücksicht und führten die binäre Benennung der Pflanzen ein, und nachdem Camerarius (1694) die Bedeutung der Staubgefäße und Stempel als Organe der sexuellen Fortpflanzung erkannt und experimentell nachgewiesen hatte, präcisirte Carl von Linné[5]) den bereits früher herausgebildeten Begriff von Gattung und Art, von Ordnung und Classe durch feste Charaktere und machte die Sexualorgane nach ihrer Zahl, Situation und Verwachsungsweise zum Eintheilungsprincip für die Blüthenpflanzen. Das so gewonnene System gehört zu den im eigentlichen Sinne „künstlichen", da die grundlegenden Merkmale rein äußerliche sind und mit der Gesammt-Organisation der Pflanze nur selten und zufällig in Beziehung stehen. Unter einem „natürlichen" Pflanzensysteme versteht man eine

---

[1]) Das bisher als älteste Sammlung betrachtete Herbarium von Caspar Ratzenberger ist im Jahre 1592 angelegt worden (Keßler, das älteste und erste Herbarium Deutschlands. Cassel 1870.).

[2]) Vergl. F. Nobbe im Tharander forstl. Jahrbuch **21** (1871), 79.

[3]) De plantis libri XVI. Florenz 1583.

[4]) Daß nicht Tournefort, wie gewöhnlich angenommen wird, den Begriff der Gattung eingeführt, sondern bereits vorgefunden hat, hat bereits Jul. Sachs (Geschichte der Botanik, München 1875) nachgewiesen.

[5]) Carl Linné, geboren am 13./24. Mai 1707 zu Råshult in Småland, Sohn eines Landpredigers, gestorben 1778 als Professor der Universität und Director des botanischen Gartens zu Upsala.

Gruppirung der Gewächse nach ihren Verwandtschaftsverhältnissen unter Berücksichtigung sämmtlicher Organe. Aus einander nahestehenden, verwandten Gattungen werden zunächst natürliche Ordnungen gebildet, deren Zahl bei Endlicher bereits auf 279 herangewachsen ist, und diese Ordnungen in Classen, die Classen in Cohorten, diese in Reihen zusammengefaßt.

Das im Jahre 1738 publicirte, für die botanische Bestimmung von Pflanzenarten und Gattungen noch heute vielfach verwendete

Sexualsystem Linné's

umfaßt folgende 24 Classen.

I. Pflanzen mit wahren und deutlich sichtbaren Blüthen (Planta phanerogamae).

A. Alle Blüthen sind Zwitterblüthen.

1) Staubblätter frei und zwar

a) von gleicher oder regellos verschiedener Länge.

1 Staubblatt . .	I.	Classe.	Monandria, Einmännigkeit.
2 Staubblätter . .	II.	„	Diandria, Zweimännigkeit.
3 „ . .	III.	„	Triandria, Dreimännigkeit.
4 „ . .	IV.	„	Tetrandria, Viermännigkeit.
5 „ . .	V.	„	Pentandria, Fünfmännigkeit.
6 „ . .	VI.	„	Hexandria, Sechsmännigkeit.
7 „ . .	VII.	„	Heptandria, Siebenmännigkeit.
8 „ . .	VIII.	„	Oktandria, Achtmännigkeit.
9 „ . .	IX.	„	Enneandria, Neunmännigkeit.
10 „ . .	X.	„	Dekandria, Zehnmännigkeit.
11—19 „ . .	XI.	„	Dodekandria, Zwölfmännigkeit.
20 u. m. „ auf der Scheibe oder dem Kelche eingefügt . .	XII.	„	Ikosandria, Zwanzigmännigkeit.
nicht auf dem Kelche, meist auf dem Blüthenboden befestigt .	XIII.	„	Polyandria, Vielmännigkeit.
b) 2 Staubblätter kürzer, als die anderen.			
2 kurz und 2 lang .	XIV.	„	Didynamia, Zweimächtigkeit.
2 kurz und 4 lang .	XV.	„	Tetradynamia, Viermächtigkeit.
2) Staubblätter unter sich verwachsen.			
a) An den Staubfäden.			
In ein Bündel . .	XVI.	„	Monadelphia, Einbrüderigkeit.
In zwei Bündel . .	XVII.	„	Diadelphia, Zweibrüderigkeit.
In mehrere Bündel .	XVIII.	„	Polyadelphia, Vielbrüderigkeit.
b) An den Staubbeuteln .	XIX.	„	Syngenesia.
3) Staubblätter mit dem Stempel verwachsen	XX.	„	Gynandria, Mannweibige.
B. Mit eingeschlechtigen (diklinischen Blüthen.			
♂ und ♀ Blüthen auf einer Pflanze	XXI.	„	Monoecia, Einhäusige.
♂ und ♀ Blüthen auf verschiedenen Pflanzen . .	XXII.	„	Dioecia, Zweihäusige.
Diklinische und Zwitterblüthen auf einer Pflanze	XXIII.	„	Polygamia, Vielweibige.
II. Pflanzen ohne eigentliche Blüthen	XXIV.	„	Kryptogamia.

Die ersten 13 dieser Classen zerfallen nach der Zahl der Griffel oder sitzenden Narben in folgende Ordnungen:

1 Griffel	Monogynia, Einweibigkeit.
2 „	Digynia, Zweiweibigkeit.
3 „	Trigynia, Dreiweibigkeit.

4	Griffel	. . . . .	Tetragynia, Vierweibigkeit.
5	"	. . . . .	Pentagynia, Fünfweibigkeit.
6	"	. . . . .	Hexagynia, Sechsweibigkeit.
7	"	. . . . .	Heptagynia, Siebenweibigkeit.
8	"	. . . . .	Oktagynia, Achtweibigkeit.
9	"	. . . . .	Enneagynia, Neunweibigkeit.
10	"	. . . . .	Dekagynia, Zehnweibigkeit.
11—19	"	. . . . .	Dodekagynia, Zwölfweibigkeit.
20 u. mehr	"	. . . . .	Polygynia, Vielweibigkeit.

Die 14. Classe umfaßt zwei Ordnungen, je nachdem der Fruchtknoten sich bei der Reife in vier scheinbar nackte Nüßchen (Merikarpien) trennt (1. Ordn. Nacktsamige, Gymnospermia), oder eine mehrsamige Kapsel darstellt (2. Ordn. Bedecktsamige, Angiospermia).

Die 15. Classe zerfällt ebenfalls in zwei Ordnungen, je nachdem die Frucht eine Schote (1. Ordn. Siliquosa), oder ein Schötchen ist (2. Ordn. Siliculosa).

In der 16., 17. und 20. Classe sind die Ordnungen auf die Zahl der Staubblätter gegründet, und tragen daher die Namen der ersten Classen, z. B. Monandria, Diandria, Hexandria, Oktandria, Dekandria etc.

In der 18. Classe werden nach der Anheftung der Staubblätter, wie die 12. und 13. Classe, zwei Ordnungen unterschieden: Ikosandria und Polyandria.

Die 19. Classe theilte Linné in 5 Ordnungen, nämlich:

1) Polygamia aequalis; alle Blüthen zwitterig (Taraxacum, Carduus, Cynara).
2) Polygamia superflua; die Blüthen der Scheibe zwitterig, die Randblüthen weiblich, beide fruchtbar (Tanacetum, Chrysanthemum etc.).
3) Polygamia frustranea; die Blüthen der Scheibe zwitterig und fruchtbar, die Randblüthen unfruchtbar (Helianthus, Centaurea etc.).
4) Polygamia necessaria; die Scheibenblüthen zwitterig und unfruchtbar, die Randblüthen weiblich und fruchtbar (Calendula).
5) Polygamia segregata; viele Blüthen, von denen eine jede von einem eigenen Kelche umgeben ist, stehen auf einem gemeinschaftlichen Blüthenboden (Echinops).

(In neuerer Zeit hat man diese Classe häufiger nach der Form der Blüthen, je nachdem dieselben nämlich alle röhrenförmig, oder alle zungenförmig, oder die der Scheibe röhrenförmig, und die des Randes zungenförmig sind, nur in drei Ordnungen getheilt.)

Die 21. und 22. Classe werden nach der Anzahl, Insertion und Verwachsung der Staubblätter in Ordnungen getheilt, welche die Namen der entsprechenden Classen erhalten.

Die 23. Classe zerfällt in drei Ordnungen, je nachdem die drei Arten von Blüthen sich auf einem Individuum beisammen finden, Polygamia monoecia, oder auf zwei verschiedene Individuen, Polygamia dioecia, oder auf drei Individuen vertheilt sind, Polygamia polyoecia. Inzwischen sind die Pflanzen dieser Classe nach Maßgabe ihrer Zwitterblüthen unter die anderen Classen vertheilt.

Die 24. Classe endlich theilte Linné in vier Ordnungen, nämlich: Farnkräuter Filices, Moose Musci, Algen Algae, Pilze Fungi; indem er mit den Farnkräutern die Schachtelhalme und Rhizokarpeen, mit den Moosen die Lebermoose und Bärlappe, und mit den Algen die Flechten und Characeen oder Armleuchter-Gewächse verband.

Unter den Versuchen, ein natürliches Pflanzensystem zu begründen, ist der von Bernhard de Jussieu (1699—1777) und dessen Neffen Antoine Laurent de Jussieu (1748—1836) von besonders förderlicher Bedeutung gewesen. A. L. de Jussieu charakterisirte über die Arten und Gattungen hinaus die Gruppe der natürlichen Familien, deren er 100 aufstellte. Er basirte die drei Hauptgruppen des Systems auf das Fehlen oder Vorhandensein und die Zahl der Samenlappen, wobei die polykotyledonischen Nadelhölzer den Dikotyledonen beigesellt werden, und die 15 Classen in der Hauptsache auf der Anheftungsweise der Staubgefäße und Blumenkrone. Diese Eintheilungsmomente zwingen vielfältig fernstehende Familien zusammen, nahe verwandte trennend; das Jussieu'sche System ist daher noch in mancher Beziehung künstlich.

Schlüssel zum natürlichen Systeme A. L. de Jussieu's.

I. Samenlappenlose Gewächse (Kryptogamen) . . .	I. Classe. Akotyledonia.
II. Einsamenlappige Gewächse (Phanerogamen, welche mit einem oder mehreren, aber abwechselnd stehenden Samenlappen keimen, Plantae monokotyledoneae).	
1) Staubblätter unterständig, d. h. nächst der Basis des oberständigen Fruchtknotens befestigt	II. Classe. Stamina monohypogynia (Gramineae, Cyperaceae etc.)
2) Staubblätter umständig, d. h. auf der unterständigen Scheibe oder der Blüthendecke befestigt	III. Classe. Stamina monoperigynia (Palmae, Liliaceae etc.)
3) Staubblätter oberständig, d. h. auf der Spitze des unterständigen Fruchtknotens befestigt . .	IV. Classe. Monoepigynia (Narcisseae, Irideae etc.).
III. Zweisamenlappige Gewächse (Phanerogamen, welche mit zwei gegenständigen oder mehreren im Quirl stehenden Kotyledonen keimen: Plantae dikotyledoneae).	
A. Ohne oder mit einfacher Blüthenhülle (Plantae apetalae).	
1) Oberständige Staubblätter	V. Classe. Epistaminia (Santalaceae [Thesium]).
2) Umständige Staubblätter	VI. Classe. Peristaminia (Thymeleae [Daphne]).
3) Unterständige Staubblätter	VII. Classe. Hypostaminia (Amaranthaceae).
B. Mit doppelter Blüthenhülle und verwachsenblätteriger Blumenkrone (Plantae monopetalae).	
1) Blumenkrone unterständig (nächst der Basis des oberständigen Fruchtknotens befestigt)	VIII. Classe. Hypocorollia (Primulaceae).
2) Blumenkrone umständig (auf der unterständigen Scheibe befestigt)	XI. Classe. Pericorollia (Ericineae).
3) Blumenkrone oberständig (auf der Spitze des unterständigen Fruchtknotens befestigt), Epicorollia.	
a) Mit verwachsenen Staubbeuteln . .	X. Classe. Synantheria (Compositae).
b) Mit freien Staubbeuteln	XI. Classe. Chorisantheria (Caprifoliaceae).
C. Mit doppelter Blüthendecke und mehrblätteriger Blumenkrone (Plantae polypetalae).	
1) Staubblätter oberständig	XII. Classe. Epipetalia (Umbelliferae).
2) Staubblätter unterständig	XIII. Classe. Hypopetalia (Ranunculaceae, Tiliaceae, Acerineae).
3) Staubblätter umständig	XIV. Classe. Peripetalia (Rosaceae, Rhamneae).
D. Pflanzen mit eingeschlechtigen Blüthen (Plantae diklinae irregulares)	XV. Classe. Diklinia (Salicineae, Betulineae, Cupuliferae).

Pyrame de Candolle (1778—1841) gründete sein 1813 veröffentlichtes Pflanzensystem (161 Familien) in den Hauptabtheilungen auf die Gefäße, welche er irrthümlich als wichtige Ernährungsorgane auffaßte, die Unterabtheilungen auf die Wachsthumsweise, indem er von der (später nicht bestätigten) Anschauung ausging, daß den Dikotyledonen ein anderes („exogenes") Dickenwachsthum zukomme, als den („endogenen") Monokotyledonen. Die Dikotyledonen werden sodann in die Abtheilungen mit doppelter und mit einfacher Blüthenhülle getrennt, erstere wiederum in drei Classen, je nachdem die Blumenkrone aus einem oder mehreren Blättern gebildet ist und, in letzterem Falle, die Staubblätter auf dem Blüthenboden oder am Rande einer unterständigen Scheibe befestigt sind.

Schlüssel zum natürlichen Systeme P. de Candolle's.

I. Gefäßpflanzen oder Phanerogamen, Plantae vasculares.

Classe I. **Zweisamenlappige Gewächse, Plantae exogenae s. Dikotyledoneae.**

A. Mit doppelter Blüthenhülle.

Subclassis I. Fruchtknoten oberständig; die mehrblätterige Blumenkrone und die Staubblätter auf dem einfachen Blüthenboden befestigt; der Kelch verwachsenblätterig, selten fehlend: Plantae thalamiflorae (Tiliaceae etc.).

Subclassis II. Der Kelch sowie die mehrblätterige oder verwachsene Blumenkrone und die Staubblätter am Rande einer unterständigen, umständigen, oder oberständigen Scheibe befestigt: Plantae calyciflorae (Papilionaceae, Pomaceae etc.).

Subclassis III. Kelch und Blumenkrone verwachsenblätterig und unterständig, die Staubfäden mit der Blumenkrone verwachsen, und der Fruchtknoten oberständig: Plantae corolliflorae (Oleaceae etc.).

B. Mit einfacher Blüthenhülle.

Subclassis IV. Blüthenhülle einfach: Plantae monochlamydeae (Urticeae, Cupuliferae etc.)

Classe II. **Einsamenlappige Gewächse, Plantae endogenae s. Monokotyledoneae.**

A. Phanerogamae (die eigentlichen Monokotyledonen).

B. Kryptogamae (Gefäßkryptogamen).

II. Zellenpflanzen oder samenlappenlose Gewächse, Plantae cellulares s. akotyledoneae.

A. Beblätterte, Phyllosae (Muscineae).

B. Blattlose, Aphyllae (Thallophyta).

Sehr rasch schreitet nunmehr die Ausbildung der Systematik voran. Nach de Candolle waren es in Deutschland vornehmlich Bartling und Endlicher, in Frankreich Brogniard, in England Lindley, welche ein zu allgemeinerer Geltung gelangtes Pflanzensystem aufstellten.

Stephan Endlicher's (1805—1849) Pflanzensystem gründet sich in erster Linie auf die vorhandene oder noch fehlende Stammbildung, weiterhin auf die nicht richtige Vorstellung des Längen- und Dickenwachsthums, welche zur Unterscheidung von nur an der Spitze, nur am Umfange und bezw. an der Spitze und am Umfange fortwachsen, der Pflanzen führte. Auch die Charakteristik der Lagerpflanzen in Protophyta und Hysterophyta ist unhaltbar, doch ist das End=

licher'sche System[1]) ausgezeichnet durch die vollständige Charakteristik der Familien (Ordnungen). Es umfaßt 6896 Gattungen (6838 arrangirte, 58 dubia; außerdem 58 damals noch nicht näher beschriebene), welche in 279 Ordnungen und 62 Classen vertheilt sind, und läßt ein Emporstreben von den einfachsten vegetativen Gebilden zu den höchst organisirten Formen erkennen.

Schlüssel zum natürlichen Systeme Endlicher's.

Regio I. Lagerpflanzen, **Thallophyta.**
- Sectio 1. Ursprüngliche Pflanzen, **Protophyta.**
  Pflanzen, die unabhängig von anderen Organismen entstehen, und alle ihre Nahrungsstoffe aus den umgebenden Medien aufnehmen. Algae und Lichenes.
- Sectio 2. Secundäre Pflanzen, **Hysterophyta.**
  Pflanzen, die ihre Nahrung ganz oder theilweise von anderen, todten oder lebenden, Organismen entnehmen. Fungi.

Regio II. Axenpflanzen, **Kormophyta.**
- Sectio 3. Endsprosser, **Akrobrya.**
  - Cohors 1. Gefäßlose Endsprosser, Akrobrya anophyta (Hepaticae, Musci).
  - Cohors 2. Mit Gefäßen versehene ursprüngliche Endsprosser, Akrobrya protophyta (Filices, Lykopodiaceae etc.).
  - Cohors 3. Mit Gefäßen versehene secundäre Endsprosser, Akrobrya hysterophyta (Rhizantheae).
- Sectio 4. Umsprosser, **Amphibrya.** Alle Monokotyledonen.
- Sectio 5. Endumsprosser, **Akramphibrya.** Alle Dikotyledonen.
  - Cohors 1. Nacktsamige Pflanzen, Gymnospermae (Coniferae etc.).
  - Cohors 2. Pflanzen mit einer einfachen oder gar keiner Blüthenhülle, Apetalae (Thymeleae, Cupuliferae etc.).
  - Cohors 3. Pflanzen mit verwachsenblätteriger Blumenkrone, Gamopetalae (Caprifoliaceae, Borragineae etc.)
  - Cohors 4. Pflanzen mit vielblättriger Blumenkrone, Dialypetalae (Rosaceae, Papilionaceae etc.).

Die bisher aufgeführten und zahlreiche andere Pflanzensysteme entstanden unter dem „Dogma" von der Constanz der Arten. Wesentlich neue Gesichtspunkte wurden seitdem eröffnet durch die epochemachenden inductiven Forschungen auf dem Gebiete der Entwicklungsgeschichte der Kryptogamen, der Embryobildung der Phanerogamen, der „phylogenetischen" (historischen) Entwicklung der Arten. Eine künftige Zusammenfassung der Ergebnisse dieser neuen, von Verbesserungen des Mikroskops getragenen Studienrichtungen stellt auch weitere Fortschritte der Systematik des Gewächsreichs in sichere Aussicht.

---

[1]) Enchiridion botanicum exhibens Classes et Ordines plantarum. Leipzig und Wien 1841.

Specielle Botanik.

A. Kryptogamae, Sporen bildende Pflanzen.

1. Section: Thallophyta, axenlose Pflanzen.

Classe 1. Algae, Algen.

Wassergewächse, meist lebhaft grüne oder gefärbte, rosen=, purpurroth, bräunlich 2c. und von der mannichfaltigsten Gestalt, von den Pilzen wesentlich durch die Bildung von Chlorophyll und darauf basirende Assimilation unterschieden. Wenige Algen schmarotzen. Die niedrigsten, oft nur aus einer Zelle bestehenden Algen (Phykochromaceen) entbehren der Geschlechts=Organe; sie vermehren sich nur durch Theilung. In den höheren Gattungen tritt sexuelle Fortpflanzung auf, bald durch Conjugation der Zellinhalte zweier Individuen (Conjugaten) oder zweier Schwärmzellen (Zoosporeen und Botrydiaceen), bald durch Befruchtung weiblicher Zellen, welche entweder bereits frei geworden (Melanophoreen) oder in ihrem Entstehungsorte (dem Oogonium) noch eingeschlossen sind (Volvocineen, Oedogonieen, Coleochaetaceen, Florideen, Characeen, Siphoneen).

Zu den Phykochromaceen gehört Protococcus nivalis, der „rothe Schnee", welcher, aus rothen kugligen Zellen bestehend, auf den Schneefeldern und Gletschern der Alpen oft weite Strecken schön roth färbt. Nostoc commune (Tremella Nostoc L.) bildet amorphe, faltig wellige, olivenfarbige oder grüne Gallertmassen, welche sich nach Gewitterregen häufig auf feuchter Erde, Triften, in Gärten 2c. vorfinden, früher für Sternschnuppen und heilkräftig gehalten wurden und im trockenen Zustande schwärzlich erscheinen.

Die Gattung Spirogyra ist eine fadenförmige Conjugate mit schraubenförmig gestalteten Chlorophyllbändern. Die Diatomaceen sind einzellige Algen mit gelblichem oder braunem Farbstoff (Diatomin) und Kieselpanzer, dessen zier=

liche Streifungen häufig als „Testobjecte“ für die Penetrationskraft der Mikroskope dienen. Die Conferven oder „Wasserfäden“ gehören in die Algenordnung der Zoosporeen. Es sind einfache oder ästige, gegliederte Fadenalgen, in deren Zellen einzelne oder auch zahlreiche Schwärmzellen gebildet werden. C. rivularis bildet in Bächen und Flüssen große, schön grünende, fluthende Rasen. C. floccosa fluthet in Gräben und Bächen in der Form grüner, flockiger, mehrere Centimeter langer Büschel. C. tenerrima überzieht als schleimige, schmutzig grüne Masse Bassins, Brunnenkästen und ähnliche Locale. Ulva Lactuca, der Seekohl, im adriatischen Meere und der Ostsee, bildet blattartige, flache grüne Massen, welche als Salat und Gemüse gegessen werden. Chroolepus iolithes (Veilchenstein) überzieht mit orangerother Färbung und veilchenartigem Duft die Felsen, besonders Granit, in höheren Gebirgslagen und Breitengraden.[1])

Zu den Melanophoreen gehören die Fucaceen. Fucus vesiculosus, der Blasentang, mit kapselartigen Fruchtbehältern am Gipfel der lederartigen, gabelspaltigen, braunen Thallusäste, welche längs der Mittelrippe paarweise eingewachsene Luftblasen tragen, wodurch die Pflanze schwimmend erhalten wird. Sie findet sich, mit F. serratus, an den Küsten der Nord- und Ostsee und liefert vornehmlich Kelp und Jod. Laminaria saccharina, der Zuckertang, und L. esculenta, der Gemüsetang, in der Nord- und Ostsee, sind eßbar; aus ersterer wird in Norwegen auch Zucker bereitet. Sargassum vulgare, der Beerentang, findet sich im Atlantischen Ocean in solchen Mengen, daß oft meilenlange schwimmende Inseln von demselben gebildet werden.

Die Characeen oder Armleuchtergewächse sind Algen, welche in ruhigen, kalkreichen Gewässern leben und, gleich den Florideen, Blätter bilden. Bei aller Einfachheit ihrer inneren Organisation ahmen sie äußerlich die Gestalt höherer Pflanzen nach; in ihren Zellwänden ist meist so viel Kalk abgelagert, daß die Pflanzen hart und spröde erscheinen.

Classe 2. Fungi, Pilze.

Die Pilze oder Schwämme sind Thallophyten von höchst mannichfaltiger Gestalt und oft sehr schönen Farben, entbehren jedoch des Chlorophylls und der Stärke, des Trägers der Kohlensäure-Assimilation. Grüne Pilze, an sich selten, verdanken ihre Farbe anderen Pigmenten. Daher sind die Pilze darauf angewiesen, den Kohlenstoff zum Aufbau ihres Körpers entweder von lebenden thierischen oder pflanzlichen Organismen (Schmarotzer) oder von deren Zersetzungsproducten (Saprophyten) zu beziehen, bedürfen aber zu ihrem vollkommenen Gedeihen der Feuchtigkeit, Wärme und eines entsprechenden Bodens, nicht des Lichtes. Der eigentliche Vegetationskörper der Pilze — von den einzelligen Spaltpilzen abge-

---

[1]) Auf manchen Landstraßen Norwegen's geht man nach einem sanften Regen stundenlang im Duft des Veilchensteins, welcher die zur Einhegung verwendeten erratischen Granitblöcke mit tiefrothen Rasen überzieht.

sehen — stellt ein meist flockiges, sehr vergängliches Gebilde (Mycelium s. Stroma) aus Fäden (Hyphen) dar, und diejenigen Organismen, welche vulgär Schwämme genannt und häufig für die ganze Pflanze gehalten werden, sind nur deren Fortpflanzungskörper. Diese bestehen aus einem weit festeren und dauerhafteren Gewebe. Viele Schwämme liefern eine nahrhafte Speise, andere sind giftig; wieder andere werden zu Zunder verarbeitet oder medicinisch verwendet. Für den Forstmann sind die Pilze besonders deshalb beachtenswerth, weil mit dem Fortschritt der Mykologie mehr und mehr die Thatsache sich herausstellt, daß das im Innern der Gewächse wuchernde, oft auch unfruchtbare Mycelium derselben die Zersetzung der Gewebe und damit Krankheit und Tod der Gewächse zur Folge hat. Der starken Verbreitung mancher Pilzarten wird durch die jedem Windhauch folgende Kleinheit und durch die verschwenderische Production ihrer Fortpflanzungsorgane (Sporen) Vorschub geleistet.

Wir ordnen die Pilze, nach A. de Bary[1]), in folgende 4 Ordnungen und 13 Familien:

I. Ordnung: Phykomycetes, Fadenpilze.

Mycelium ohne Querwände, eine oft reich verzweigte Zelle bildend.

Familie 1. **Saprolegnieae** (Algenpilze), mit einem schlauchförmigen Mycelium, geschlechtlicher Fortpflanzung (♀ Oosporen und ♂ Antheridien) und Bildung von Schwärmsporen. Auf im Wasser befindlichen Insectenleichen und Pflanzentheilen ꝛc. wuchernd (Achlya, Pythyum, Saprolegnia).

Fam. 2. **Peronosporeae**. Schmarotzer auf lebenden Pflanzen. Ihr Mycelium besteht aus einer reich verzweigten Zelle (Querwände fehlen). Es durchwuchert die Intercellularräume der Nährpflanze, ernährt sich durch Haustorien, welche in das Zellinnere eindringen, und zerstört die sich schwarz färbenden Gewebe. Auf an die Luft entsendeten Aesten entstehen Sporangien (gewöhnlich Conidien oder Sporen genannt), welche Schwärmsporen, die Ueberträger des Pilzes auf gesunde Pflanzen erzeugen, oder selbst zum Mycelium heranwachsen. Die geschlechtliche Fortpflanzung (mittelst Oogonien und Antheridien) erfolgt durch die Befruchtung der Eizelle (Oospore) im Oogonium im Innern der befallenen Pflanze. Die durch Verwesung der Nährpflanze frei werdende Oospore keimt im nächsten Frühjahr entweder direct oder durch Bildung von Schwärmsporen.

Peronospora (Phytophthora) infestans erzeugt die Zellenfäule („Trocken-“ oder „Naßfäule“, je nach der Witterung) der Kartoffelpflanze. Phytophthora Fagi schmarotzt in tödtlicher Weise auf den Keimpflanzen der Buche. Cystopus erzeugt unter der Oberhaut der Nährpflanze zahlreiche Sporangienträger mit Ketten von Sporangien, welche hervorbrechend eine weißliche Masse darstellen. C. candidus (Fig. 313) auf verschiedenen Coniferen.

---

[1]) A. de Bary, Morphologie und Physiologie der Pilze, Flechten und Myromyceten. Leipzig 1866.

Fam. 3. **Zygomyceten** oder **Schimmelpilze**, unter denen die Gattung Mucor von hervorragender Wichtigkeit ist, bewohnen Fruchtsäfte und in Fäulniß begriffene Stoffe: Brod, Holz, Leim, Kleister, Mist zc. Ihr Mycelium besteht aus einer schlauchförmig verzweigten Zelle, welche fruchttragende Aeste mit einem schwarzen oder braunen, kugligen Sporangium erzeugt. Das Sporangium enthält zahlreiche Conidien. Eine geschlechtliche Fortpflanzung vermittelt unter Umständen die „Zygospore". Diese entsteht, indem zwei gegen einander wachsende Myceliumzweige sich an ihren kuglig anschwellenden Enden berührend durch eine Querwand je eine Zelle abscheiden und diese beiden Endzellen zu einer dickwandigen Zelle verschmelzen. Die Zygospore keimt nach einer Ruhepause, ohne Mycelium zu bilden, direct zu einem Sporangienträger aus. Mucor Mucedo L., mit 2—10 cm langem Fruchtträger, kurzstachligen, schwärzlichen Sporangien und warzigen, schwarzen Zygosporen, und M. racemosus Fres. mit kurzem Fruchtträger und gelblichen oder bräunlichen Sporangien schmarotzen auf verschiedenen faulenden Substanzen, erstere besonders häufig auf Brod.

II. Ordnung: Hypodermii.

Die Sporen bilden sich stets durch Abschnürung an der Spitze stielartiger Zellen. Das Mycelium besteht aus mehrzelligen Hyphen.

Fam. 1. Die **Uredineen Tul.** oder **Rostpilze**, eine verbreitete Familie von Schmarotzern, erzeugen im Generationswechsel mehrere Formen von Sporen: Sommersporen (Stylosporen oder Uredosporen) und Wintersporen (Teleutosporen) unter der Oberhaut der befallenen Organe (vgl. S. 295). Aus den Wintersporen erwächst ein Promycelium mit Sporidien, welche Aecidium mit Spermogonien erzeugen (Fig. 317; 318; 319). Diese Familie enthält manche forstlich wichtigen Schmarotzer von heteröcischer Entwicklungsweise. Puccinia graminis Pers. erzeugt Sommer- und Wintersporen an Getreide und wildwachsenden Gräsern, die Aecidienform und Spermogonien an Berberis vulgaris. Pucc. straminis schmarotzt in der Uredoform an Getreidearten, in der Aecidienform an verschiedenen Asperifolien (Anchusa, Pulmonaria, Echium, Symphytum). P. coronata als Uredo besonders an Hafer, Gerste und Gräsern, als Aecidium an Rhamnus frangula und cathartica. Von P. Pruni Dec. an den Blättern von Prunus domestica und spinosa ist die Aecidienform zur Zeit noch unbekannt, ebenso von Phragmidium asperum Wallr. an Rubus fruticosus, von Phr. incrassatum Lk. an verschiedenen Rosen- und Rubus-Arten und von P. intermedium Ung. an Rubus idaeus. Die forstlich wichtigsten Arten der Uredineen sind S. 295 ff. genannt.

Fam. 2. Die **Ustilagineen Tul.** oder **Brandpilze** schmarotzen im Innern phanerogamischer Pflanzen. Ihre dunkel gefärbten Sporen bilden eine braune oder schwarze Staubmasse in den von dem Mycelium zerstörten Pflanzentheilen (Getreidekörnern zc.). Ustilago carbo Tul., der Flug- oder Rußbrand des Hafers, Weizens zc. U. secalis Rbnh. an den Fruchtknoten des Roggens, U. Maydis erzeugt an Maiskolben Auswüchse bis zur Größe eines Kinderkopfs u. a.

Diese Beulen sind äußerlich von einer weißlichen Haut überzogen und enthalten eine schwammige braune, weißlich gefleckte Masse, welche sich später in einen braunen Staub auflöst. Urocystis occulta bildet ein schwarzes Pulver an Halmen und Blättern der jungen Getreideähren, Tilletia Caries Tul., der Stinkbrand des Weizens, ein schwarzbraunes Pulver in den Karyopsen des Weizen und anderer Triticum-Arten. Die dem Saatkorn anhaftenden Sporen werden durch Einbeizen der Körner mit Kupfervitriollösung vor der Aussaat getödtet.

III. Ordnung: Basidiomycetes.

Pilze mit nur ungeschlechtlicher Fortpflanzung durch Sporen, welche in großen Fruchtlagern an gewissen Zellen, „Basidien", abgeschnürt werden.

Fam. 1. **Tremellini, Gallertpilze.** Mit gallertartigem Fruchtkörper, auf dessen Oberfläche sich, als weißlicher Staub, die Sporen an Basidien abscheiden. Tremella mesenterica, Exidia auricula Judae, der Hollunderschwamm, das Judasohr, gesellig an alten Hollunderstämmen, ist häutig, schwärzlich braun, ohrförmig hin- und hergebogen, officinell.

Fam. 2. **Hymenomycetes, Hautpilze.** Auch hier trägt der verschieden gestaltige, oft hutförmige Fruchtkörper das „Hymenium" an seiner Oberfläche, oft nur an gewissen Partien der Unterseite: Lamellen, Stacheln, Röhren 2c.

Bei den Agariceen ist der Fruchtkörper hutförmig (S. 293), die Sporen werden an lamellenartigen Vorsprüngen abgesondert.[1]) Die Gattung Agaricus, der Blätterschwamm, liefert verschiedene eßbare Arten. A. campestris, der Champignon, mit fleischigem, trockenem, gewölbtem Hute, welcher seidenartig oder feinschuppig, weiß oder gelblich (seltener röthlich oder bräunlich) ist. Die Lamellen sind dicht gestellt, blaß rosenroth, später röthlichbraun, endlich schwärzlich; der Stiel dicht und weiß; das Fleisch derb und weiß. Der Champignon findet sich im Sommer und Herbst auf trockenen Grasplätzen, Weiden, grasigen Waldrändern und wird neuerdings in besonderen Anlagen künstlich cultivirt. A. deliciosus, der Reitzger oder eßbare Hirschling, mit pomeranzengelbem, kahlrandigem Hute, welcher mit abwechselnden helleren und dunkleren Kreisen gezeichnet ist. Lamellen pomeranzengelb; der Stiel heller und meist hohl; enthält einen gelben Milchsaft. Im Sommer und Herbst besonders in trocknen Waldungen, lichten Nadelwäldern, einzeln und gesellig. A. caesareus, der Kaiserling oder Herrenpilz, mit pomeranzen- oder dunkelgoldgelbem Hute, blaßgelbem Stiel und Lamellen. Im Sommer und Herbst in Fichtenwäldern, auf Triften und Haiden, besonders des südlichen Deutschlands. A. prunulus, der Maischwamm. Hut derbe, etwas flach und weiß; Lamellen weiß, später rosenroth. Im Frühjahr in lichten Nadelwäldern, auf Waldwiesen, auf begrastem und bemoostem Sandboden. A. mutabilis (A. caudicinus), der Stockschwamm. Der Hut etwas fleischig,

[1]) Man sammelt die Sporen leicht, indem man den fruchtreifen Hut mit der Unterseite nach unten auf Papier legt und trocknen läßt.

kahl, zimmt- oder rostroth, die Lamellen blaß rostgelb; der Stiel braun, nach oben blasser. Meist haufenweise auf moderndem Holze, besonders an alten Erlen- und Buchenstämmen vom Frühling bis Herbst. Giftig[1]) sind dagegen Agaricus (Amanita) muscarius, der berüchtigte Fliegenschwamm, mit rein weißen Lamellen, deutlich beringtem, weißen Stiele, der Hut hochroth ins gelb-rothe, in der Jugend gewölbt, von den Ueberresten der allgemeinen Hülle (Velum universale) mit weißen Warzen besetzt, später ziemlich flach, nach häufigem Regen oft kahl und glatt. Selten kommt der Fliegenpilz auch mennig- oder pomeranzenroth, gelb, lederbraun oder weißlich vor. Den jungen, von der allgemeinen Hülle noch ganz umschlossenen Schwamm kann man von ähnlichen, eßbaren Blätterschwämmen leicht dadurch unterscheiden, daß sich unter der durchschnittenen weißen Oberhaut schon die in's Rothe ziehende Farbe des Hutes erkennen läßt. Häufig in Wäldern vom Spätsommer bis Herbst. A. pantherinus, der Pantherschwamm, ist dem vorigen ähnlich, aber der Stiel weniger knollig, fast gleich dick, der Hut bräunlich, mehr oder weniger in's Grünliche oder Bläuliche spielend. In feuchten Gebirgswäldern nach anhaltendem Regen. A. emeticus (A. integer), der Brechtäubling oder Speiteufel. Der Stiel nackt, der Hut derb, fleischig, am Rande später gefurcht, oben roth in verschiedenen Abstufungen, zuweilen auch bräunlich oder grün, die Lamellen breit, elliptisch und rein weiß; schmeckt brennend scharf. In Wäldern, besonders Nadelwäldern, einer der häufigsten Blätterschwämme; erscheint hauptsächlich im Herbste. A. necator (Lactarius torminosus), der Giftreitzger. Sehr giftig. Hutfarbe und Stiel variirend; der Hutrand eingebogen, zottig, filzig oder gefranzt. Sein Geruch ist übel, er enthält eine brennend scharfe weißliche, selten in's röthliche oder gelbliche spielende Milch.

Als ein gefährlicher Hautpilz ist neuerdings Agaricus (Armillaria) melleus, der Hallimasch (Fig. 314), erkannt worden. Das schwarzbraune, feste Stränge bildende Mycelium, früher als Gattung Rhizomorpha bezeichnet, schmarotzt in der Rinde lebender Bäume und tödtet namentlich häufig junge Kiefern und Fichten, auch Laubbäume (Prunus)[2]), indem er das „Harzsticken", Harzüberfülle, Wurzelfäule oder den „Erdkrebs" der Nadelbäume erzeugt. Die Verbreitung der Infection von Baum zu Baum wird vermittelt durch Myceläste (Rhizomorphen), welche im Boden sich ausbreitend weiter wachsen und benachbarte Bäumchen ergreifen. Clavaria, der Korallen- oder Keulenschwamm, ästige, vielgestaltige glatte, z. Th. eßbare Schwämme. Cl. crispa, der Ziegenbart. Aus einem kurzen dicken, fleischigen Strunke erheben sich unzählige glatte Aeste, welche einen Busch von etwas krausen, blaßgelben, fleischigen, zerbrechlichen Blättern darstellen; findet sich im September und October in lichten, trockenen Tannenwäldern, nicht häufig. Verbreiteter sind: Cl. flava, das Hirschhörnchen, mit runden, auf-

---

[1]) Die Zahl der giftigen Schwammarten ist ziemlich groß; oft sehen dieselben den eßbaren sehr ähnlich. Im Allgemeinen verdächtig sind alle schwarzen, schwarzblauen, violetten, rothen und grünen Schwämme, sowie die beim Zerbrechen ihre innere Farbe schnell ändern, widrig riechen und scharf schmecken. Die giftige Wirkung ist meist sehr bedeutend, oft tödtlich.

[2]) R. Hartig: Wichtige Krankheiten der Waldbäume. Berlin 1874.

rechten, fast gleichhohen, gelben Aesten, und Cl. Botrytis, Bärentatzen, mit einem dicken fleischigen Strunke und kurzen, runden, an der Spitze rothen Aesten. Cantharellus cibarius, der Eierschwamm, Rehling oder Pfifferling, ist ganz dottergelb, kahl und fettig anzufühlen; der Hut ist trichterförmig aufgerichtet, mit merklichen Falten, die eine Strecke an dem nach unten dünner werdenden Stiele fortlaufen. Er findet sich häufig vom Sommer bis in den Herbst in Laub- und Nadelholzwäldern.

Die Polyporeen tragen ihre Sporen an der Innenfläche von Röhren, welche mit dem gestielten oder ungestielten, oft seitlich angewachsenen, hufförmigen Hute fest verwachsen sind. Polyporus fomentarius, echter Zunderpilz, ist korkig, oben asch- oder rußgrau, innen weich, gelbbräunlich; an alten Buchen und anderen Laubholzstämmen namentlich häufig in Böhmen und Ungarn. Wird zu Feuerschwamm verarbeitet. Dem gleichen Zwecke dient der unechte Feuerschwamm, P. igniarius. Dieser ist ungestielt, hart und dick, bräunlich roth oder gräulich schwarz, innen zimmtbraun; an verschiedenen Laubbäumen, besonders an Weiden. Pol. officinalis, der Lärchenpilz (Fungus Laricis), bildet dicke, faust- bis kopfgroße Klumpen an alten Lärchenstämmen; ist von bitterem Geschmack und officinell. Die Polyporus-Arten sind nicht selten den Bäumen nachtheilig, indem ihr Mycelium die Zersetzung des Holzes beschleunigt. Trametes radiciperda, der Wurzelschwamm, ist ein Schmarotzer in den unteren Partien des Stammes und in der Wurzel von Fichten, Tannen und Kiefern, welcher den Tod herbeiführt. — Trametes Pini, der Astschwamm, durchwuchert mit seinem Mycelium das Kernholz von Kiefern und erzeugt die Rothfäule, die „Ring-“ oder „Kernschäle“ der Kiefer. Boletus edulis, der eßbare Steinpilz, mit dickem, kissenartigem, glattem Hute von verschiedener Farbe, weißen, später blaßgelben Röhrchen, welche sich leicht vom Hute abtrennen lassen, und dickem, am Grunde aufgetriebenem Strunke; liefert ein schönes, derbes und weißliches Fleisch. In Laub- und Nadelhölzern vom Sommer bis in den Spätherbst. Auch der Kapuzinerpilz, Boletus scaber, ist eßbar. Der Weidenschwamm, B. suaveolens, an alten Weidenstämmen, findet medicinische Verwendung; er ist korkartig, feinfilzig und ganz weiß, riecht frisch nach Anis. Giftig ist dagegen B. luridus, der Hexenpilz, mit rothem netzadrigem Stiele, gelben Röhrchen mit rother oder orangefarbener Mündung und gelbem Fleische, welches, wie die Röhrchen, auf Verletzungen schnell blau anläuft. Der Durchmesser des Hutes, welcher schmutzig braun, etwas grünlich, später rußbraun und etwas schmierig ist, variirt von 5—25 cm. B. erythropus Pers., und namentlich B. Satanas Lenz, Varietäten des vorigen, sind gleichfalls giftig. Der Hut des letztgenannten ist blaßgelblich mit grünlichem oder bräunlichem Anfluge, der Stiel sehr dick, unten bauchig angeschwollen, dunkelroth und roth, später weiß getigert. — Daedalea, der Wirrschwamm, mit zähem korkigen und sitzendem Hute, der unten mit derben, zähen Lamellen besetzt ist, welche sich vielfach biegen, labyrinthisch unter einander verwachsen und längliche, verworrene Grübchen oder Zellen bilden. D. quercina, der Eichenwirrschwamm, ist blaß holzfarbig, kahl, runzelig, meist mit helleren undeutlichen Gürteln; an

alten Laubholzstämmen, zumal an Eichen. — Merulius lacrymans, der Hausschwamm, Thränenschwamm, ist stiellos, ausgebreitet, leder-gallertartig, gelbröthlich, netzartig runzelig-faltig, mit weißem schimmelartig-filzigem, immer tröpfelndem Rande und zimmtbraunen Sporenbehältern. Sein Mycelium, welches früher als ein eigener Fadenpilz (Himantia domestica, Lappenpilz) aufgeführt wurde, bildet kriechende Lappen aus sehr ästigen, strahligen und ungegliederten Fäden und findet sich in Häusern zwischen moderigem Holzwerke. Der Hausschwamm besiedelt auch abgestorbene Baumstämme, Balken, Bretter und Mauern der Häuser, wo er außerordentlich weit um sich greift und oft furchtbaren Schaden anrichtet. Aehnlich ist M. vastator, welcher besonders das Nadelholz in Gebäuden zerstört und sich durch goldgelbe Farbe, trockenen, zottigen Rand, geringere Größe, krausere Falten und weiße Sporenbehälter unterscheidet.

Die Thelephoreen haben einen hutförmigen Fruchtkörper, dessen glatte Unterfläche das Hymenium trägt und flach auf dem Substrat ausgebreitet ist. Thelephorus fuscus, terrestris, laciniatus u. a. Arten sind nicht eigentlich Schmarotzer, erdrücken und ersticken aber junge Pflänzchen von Nadelhölzern durch Ueberlagerung in recht beschwerlichem Maße, während Thelephora Perdix R. Htg. an alten Eichen die als „Rebhuhn" bekannte Krankheit erzeugt. — Exobasidium Vaccinii schmarotzt in der Gestalt der bekannten weißlichen Krusten auf den Blättern der Preißelbeere. Corticium tritt in Krustenform auf Baumrinden auf. — Stereum. Polyporus-ähnliche Hutpilze mit glatter Hymenialfläche. Ihr Mycelium wuchert im Holze alter Eichen, bildet dunkelbraune Jahrringzonen, welche später gelb und weiß werden, und beschleunigt den Verwesungsproceß des Holzes.[1])

Fam. 3. **Gastromycetes, Bauchpilze.** Leben saprophytisch auf Humus. Der Fruchtkörper schließt das Hymenium ein, indem eine starke, oft doppelte Peridie einen großen gekammerten Sporenträger (Gleba) umschließt. Die Zwischenwände der Kammer heißen Trama. Später ist die Gleba oft nur von einem Haargeflecht (Capillitium [S. 293]) durchsetzt. Oft wird der Sporenträger zur Reifezeit bloßgelegt, indem entweder die äußere Peridie abschuppt, die innere an der Spitze aufspringt und die Sporen verstäubt (Lykoperdon), oder die äußere Peridie sich ganz sternförmig ausbreitet, die innere sich an der Spitze mit einem Loche öffnet (Geaster [Fig. 315]). Lykoperdon (Skleroderma) cervinum, der Hirschpilz oder Hirschbuff, ist stiellos, von der Größe einer Hasel- oder Wallnuß, außen bräunlich und rauh, im Alter fast holzig, innen zart, weißlich, bald aber schwarz und stäubend. Er ist in Nadelwäldern, besonders auf Bergen, unter der Erde nicht selten, und wird von Hirschen und Wildschweinen ausgescharrt und gefressen. L. Bovista, der große Bovistständling, kuglig, nach unten kaum verdünnt, mit einem undeutlichen Stiele, sehr groß, 30—90 cm im Durchmesser; außen weiß-gelblich, glatt oder flockig und etwas furchig, innen gelb-grün, anfangs

---

[1]) R. Hartig: Die Zersetzungserscheinungen des Holzes der Nadelholzbäume und der Eiche. Berlin 1878.

breiig, endlich staubig. Findet sich auf Triften, Haiden, trockenen Grasplätzen vom Frühlinge bis in den Herbst besonders in Süddeutschland, und wird in Italien häufig gegessen. L. nigrescens, der Eierbovist oder das Hasenei; kugel- oder eirund, stiellos, anfangs weiß, endlich bräunlich-schwarz, glatt und glänzend, 2,5—5 cm im Durchmesser. Häufig auf Wiesen, besonders trocknen Bergwiesen und in lichten Laubhölzern. L. plumbeum, der graue Kugelbovist, ist kugelrund, im Alter bleigrau und matt, von der Größe einer Flintenkugel. Häufig mit dem vorigen. Phallus impudicus, die Giftmorchel, mit dreischichtiger Peridie, verpestet Gebüsche, indem ihre Innenmasse nach dem Aufplatzen der Peridie auf einem sich verlängernden Stiele emporgehoben wird und zu einem leichenartig riechenden braungrünen Schleime zerfließt. — Die Hymenogastreae sind unterirdische, trüffelartige Pilze.

IV. Ordnung: Askomycetes.

Die Sporen bilden sich theils in den schlauchförmigen Enden von Hyphen (Askus), welche wahrscheinlich stets in Folge eines Geschlechtsacts entstehen, theils ungeschlechtlich (als Conidien), auf bestimmten Aesten des (gegliederten) Myceliums, theils in besonderen Behältern (Pikniden). Der Befruchtung dient als weibliches Organ ein größerer Mycelzweig (Askogon), als männliches ein kleinerer (Pollinodium), welcher sich jenem anlegt.

Fam. 1. Die **Gymnoasci** mit nackten Asken, leben theils parasitisch, theils saprophytisch. Der Parasit Exoascus Pruni erzeugt die „Taschen" oder „Narren" der Pflaumen. Das Mycelium wuchert im Fruchtknoten; die Sporen entstehen dicht unter der Cuticula und bilden einen weißen Reif. Andere parasitische Exoascus-Arten wohnen auf Erlen-, Birken-, Pfirsichblättern &c.

Fam. 2. Die **Erisypheae** oder **Mehlthaupilze.** Leben theils parasitisch auf Pflanzen, theils saprophytisch. Erysiphe, der Mehlthau, lebt auf der Oberfläche vieler Pflanzenarten, und sendet nur Haustorien in die Epidermiszellen. Oidium Tuckeri, der Pilz der Weintraubenkrankheit, ist die Conidienform einer Erysiphe, deren Fruchtkörper noch unbekannt ist, auf Blättern und jungen Beeren des Weinstocks, welche letztere vertrocknen und aufplatzen. Als Gegenmittel ist das Bestreuen mit gepulvertem Schwefel wirksam. Eurotium Aspergillus und Penicillium (glaucum, crustaceum) sind sehr gemeine Schimmelpilze auf Fruchtsäften u. a. Substraten.

Fam. 3. Die **Tuberaceae** oder **Trüffelpilze** verbreiten ihr Mycelium und bilden ihre knolligen Fruchtkörper unter der Erde. Das Hymenium, welches die Oberfläche labyrinthischer Gänge auskleidet, trägt Schläuche, in welchen sich die Sporen ausbilden Geschlechtsorgane unbekannt. Tuber cibarium Bull., die eßbare Speisetrüffel, deren werthvollste Unterformen T. melanospermum Vill., die Französische Trüffel, mit braunschwarzen, und T. brumale, die Wintertrüffel, mit aschgrauen Sporen sind. Elaphomyces granulatus, die warzige Hirschtrüffel, „Hirschbrunst", erzeugt wallnußgroße Fruchtkörper.

Ihr Mycelium inducirt am Vegetationspunkt der Kiefernwurzeln abnorme vielgablige Verzweigungen, welche den Fruchtkörper des Pilzes umfassen (Reeß).

Fam. 4. Die **Pyrenomycetes, Kernpilze.** Die Aski sind von einem flaschenförmigen, nach oben sich öffnenden Behälter (Perithecium) eingeschlossen. Das aus den Asken hier gebildete Lager (Hymenium) ist untermischt mit sterilen Fäden (Paraphysen). Die Perithecien stehen entweder einzeln oder gesellig, häufig etwas eingesenkt auf einem besonderen Fruchtträger, welcher Stroma genannt wird. In jedem Askus sind in der Regel 8 Sporen enthalten. Pleospora herbarum und Fumago erzeugen den schwarzen „Rußthau" auf Blättern. Die Gattung Sphaeria und ihre Verwandten bilden auf abgestorbenen Blättern und Stengeln kleine schwarze Punkte. Nectria cinnabarina, mit zinnoberrothen Perithecien, bewohnt dürre Zweige verschiedener Laubhölzer. N. ditissima Tul. erzeugt den „Pilzkrebs" der Laubhölzer.[1] N. cucurbitula Fr., der Fichtenrindenpilz, mit orangerothen oder rothen rasenförmigen Perithecien, kommt auch an Rinde und Aesten von Laubhölzern vor. Claviceps purpurea, der Mutterkornpilz (Secale cornutum). Fast sämmtliche Grasarten werden von diesem Schmarotzer befallen. Das Mycelium (Sphacelia segetum) überzieht den Fruchtknoten, besonders häufig beim Roggen, und die von demselben erzeugten Conidien sind eingebettet in eine süßliche Schleimmasse, mit welcher sie von Insecten auf andere Grasblüthen übertragen werden können. Allmählig füllt das Mycelium das ganze Gewebe des Fruchtknotens aus und bildet den großen, schwarzvioletten Körper des Mutterkorns, ein Dauermycelium, Sklerotium clavus, aus, welches früher als besondere Pilzgattung aufgeführt wurde. Nach der Winterruhe im Boden keimt das Sklerotium, und es entsteht der fleischige Kernpilz Claviceps purpurea, der aus einem dicken Stiele und einem kugeligen, höckrigen, rothen Köpfchen besteht, in dessen Oberfläche die rundlichen Sporenbehälter (Perithecien) eingesenkt sind. Die schlauchförmigen Sporen der Perethicien keimen, frei geworden, und bilden einen Vorkeim mit Conidien, welche letzteren in Grasblüthen wieder das Mycelium der Sphacelia segetum erzeugen. Die Gattung Cordyceps lebt auf Insecten: Botrytis Bassiana, die Conidienform einer Cordyceps-Art, erzeugt den höchst verheerenden Muscardine-Pilz der Seidenraupen.

Fam. 5. Die **Discomycetes, Scheibenpilze,** tragen ihr Hymenium auf einem später offenen, scheiben- oder becherförmigen Träger (Apothecium). Hierher gehören 1) die Schorfpilze, Phacidiaceen, von denen Rhytisma Acerinum Nees. auf Ahornblättern unförmliche runzlige, anfangs braune, später fast schwarze Flecke erzeugt, wie Rhytisma salicinum Fr. im Herbst auf Weidenblättern, besonders von Salix caprea, 3—5 mm breite schwarzglänzende Fruchtkörper mit gelblich weißer Scheibe bildet. Forstlich wichtige Schmarotzer dieser Abtheilung sind Arten der Gattung Hysterium, welche auf den Nadeln der Kiefer (H. pinastri), der Edeltanne (H. nervisequium) und der Fichte (H. makrosporum) leben, das Rothwerden und den Tod derselben verursachen und meist

[1] R. Hartig, Untersuchungen aus dem forstbotan. Institut zu München I. 1880.

erst auf den abgefallenen Nadeln zur Fruchtentwicklung gelangen, wobei die Epidermis lippenförmig aufplatzt. Ferner 2) die Becherpilze, Pezizaceen, mit becherförmigem, fleischigem, wachs-, leder- oder gallertartigem Fruchtkörper. P. Willkommi R. Htg. erzeugt den Lärchenkrebs. Viele Peziza-Arten leben auf dem Erdboden, Mist, todten Zweigen 2c. 3) die Lorchelpilze, Helvellaceae, haben Fruchtkörper von hut- oder keulenförmiger Gestalt, welche mit dem Sporenlager überzogen ist. Die Früh-Lorchel oder Stockmorchel, Helvella esculenta, ist im Frühling besonders in sandigen Nadelwäldern auf etwas nackten, feuchten Stellen häufig; ihr Hut ist buchtig gefaltet, aufgeblasen, runzelig, gelblich bis schwarzbraun, ihr Stiel nicht hohl, weißfilzig. Die gemeine oder Spitz-Morchel, Morchella esculenta, mit spitzkegligem, außen zelligem, gelblichem bis dunkelbraunem und schwarzem Hute und weißem Stiele ist auf Bergwiesen und in Bergwäldern häufig.

In die Ordnung der Ascomyceten sind auch

die Flechten, Lichenes

zu setzen, als Pilze aus den Familien der Pyrenomyceten und Discomyceten, deren Symbiose mit Algen und Fructification bereits oben (S. 297) besprochen wurde. Die Flechten zeigen sehr verschiedene Formen und Farben, ihr Thallus ist trocken, häutig, lederartig, krustig oder gallertartig. Sie wachsen überall auf der Erde, auf Steinen, an Baumrinden 2c. und bilden den ersten vegetativen Ueberzug auf Felsen und solchen Erdflächen, welche anderen Gewächsen noch unzugänglich sind; dadurch werden ihre mehr als 6000 Arten im Haushalt der Natur von besonderem Nutzen. Eine wucherische Vegetation von Flechten auf den Bäumen ist in der Regel nur ein Zeichen von ungünstigen Standortsverhältnissen, da sie an den bereits abgestorbenen Baumtheilen, nicht parasitisch, leben. Schädlich können die Flechten allerdings insofern werden, als sie die Feuchtigkeit zurückhalten und schädlichen Insecten einen Versteck und Schutz darbieten. Man gruppirt die Flechten, nach der Beschaffenheit ihres Thallus, gewöhnlich in 4 Ordnungen.

1. **Krusten- oder Schorfflechten, Crustacei**, deren flacher Thallus dem Substrat so fest angewachsen zu sein pflegt, daß nur die Fruchtköper hervortreten. Sie finden sich hauptsächlich an Baumstämmen mit glatter Rinde und geben diesen oft ein weißliches Ansehen, so Graphis scripta, der Schriftflechte (Fig. 321 A) häufig an Buche; ihre Gonidien bestehen aus rothen Zellen der Alge Chroolepus. Opegrapha macularis, die Zeichenflechte, ist auf Aesten der Eiche, Buche häufig. Verrucaria gemmata, die Warzenflechte, auf Kiefernrinde. Lepraria chlorina, das „Schwefelmoos“, in hochgelben Polstern an Felsen in der Sächsischen Schweiz 2c. Lecanora subfusca, an verschiedenen Baumstämmen gemein; ihr Apothecium ist anfangs durch einen Thallussaum geschlossen. Lecanora tartarica, die Weinsteinflechte, bildet grauliche oder grünlich-weiße Krusten auf der Erde, oder auf Gesteinen; L. parella, die falsche Erdorseille, weiße, faltig warzige Krusten auf Felsen und Gesteinen, namentlich Basaltsteinen. Aus den letztgenannten beiden Flechtenarten wird ein rother Farbstoff, Orseille

oder Persio, bereitet, und zwar eignet sich dazu die letztere vorzüglich in einem minder entwickelten Zustande, in welchem sie für eine eigene Flechtenart gehalten und Variolaria dealbata genannt wurde.

2. **Laubflechten, Lobiolati,** deren meist lappiger Thallus flach ausgebreitet und nur in der Mitte dem Substrat angewachsen ist, und deren Gonidien an der Unterseite des Thallus eine vorherrschend grüne oder blaugrüne Schichte bilden. — Parmelia, die Schildflechte, mit kreisförmig ausgebreitetem, am Rande lappig zerschlitztem Thallus. Die schwefelgelbe Wandflechte, P. parietina (Fig. 321 c), mit zahlreichen Apothecien, ist sehr häufig an Baumstämmen, Mauern, Bretterwänden. P. caperata und olivacea, letztere mit dunkelvioletter Unterseite, bedecken zahlreich die Aeste und Zweige unterdrückter Nadelhölzer. P. saxatilis, an Baumstämmen und Steinen, war früher als „Hirnschädelmoos" officinell. Sticta, die Punktflechte, mit lederartigem oder häutigem, breitlappigem, gelblichem Thallus, dessen Unterseite zahlreiche Haftfasern trägt. St. pulmonacea, das Lungenmoos, hauptsächlich an Stämmen großer Bäume. Peltidea, die Mondscheinflechte, mit unten geadertem, häutigem, lappigem Thallus, an dessen Rande die Apothecien stehen. P. canina, die Hunds- oder Lederflechte (Fig. 321 B), wächst in schattigen Laubholzwäldern, sowie P. aphthosa, die Warzenschildflechte, in Nadelholzwäldern häufig auf der Erde.

3. **Strauchflechten, Thamnoblasti,** mit strauchförmig verästeltem, lederartigem oder knorpeligem Thallus; die Gonidienschicht bildet gewöhnlich einen Hohlcylinder (Prantl). Cladonia (Cenomyce), Strunkflechte, mit krusten- oder blattartig ausgebreitetem Thallus, aus welchem sich die kopfförmigen Sporenfrüchte (Apothecien) auf einfachen oder ästigen Stielbildungen erheben. Cl. pyxidata, die Becherflechte, mit kurzem, becherförmig erweitertem Stiele und braunen Sporenfrüchten. Häufig auf Steinen, faulen Baumstämmen 2c. Cl. coccifera, die Scharlachflechte, mit scharlachrothen Apothecien. Auf Steinen 2c. Cl. rangiferina, die Rennthierflechte (Rennthiermoos, Hungermoos), mit graulichen, verästelten Stielen und wenig entwickeltem Thallus, so daß die Flechte strauchförmig erscheint. Bildet große Rasen auf dem Boden sehr trockner Waldungen, auf sandigen Stellen, Haiden 2c., überhaupt da, wo kaum eine andere Pflanze vegetiren kann, und zeigt daher einen sehr schlechten, der Cultur schwer zugänglichen Boden an. Wird zur Branntweinbrennerei und als Rennthierfutter verwendet. Cetraria islandica, isländisches Moos, mit unregelmäßig zerschlitztem, graulich- oder bräunlich-grünem, am Grunde buntfleckigem, unterseits weißlichem Thallus. Auf öden freien Plätzen, dürren Haiden, in sandigen Nadelwäldern, auf Torfmooren, namentlich auf Bergen und in der subalpinen Region; fructificirt nur im hohen Norden. Es wird als Heilmittel (Lichen islandicus) in Form eines schleimigen, wässrigen Decocts, besonders für Brustleidende, angewandt, dient auf Island zur menschlichen Nahrung und zum Viehfutter. Borrera ciliaris, mit grauem, fein verzweigtem Laubkörper; häufig an Bäumen. Ramalina fraxinea, auf Buchen, Eschen, Eichen, Birken 2c. Evernia prunastri, die Pflaumenflechte, bildet weißlich-graue, unten ganz weiße Rasen oder

Büsche und findet sich häufig an den Aesten der Bäume, namentlich des Schwarzdorns, auch an Bretterwänden ꝛc. Roccella tinctoria und fuciformis, die echten Orseille-Flechten, finden sich an den Klippen des Mittelmeeres, der azorischen und kanarischen Inseln, und werden vorzüglich zur Darstellung von Orseille und Lackmus verwendet. Usnea, die Bartflechte (Fig. 323), mit buschig-cylindrischem, meist herabhangendem Thallus. U. barbata, die Haarflechte, und U. longissima. Diese Flechten sind unter dem Namen Baumbart bekannt, finden sich häufig an den Aesten von Laub- und Nadelhölzern an dumpfen Standorten, vorzüglich in Gebirgswäldern; man kann dieselben zum Gelbfärben und zur Darstellung von Gummi verwenden; auch dienen sie hier und da als Viehfutter.

4. **Gallertflechten, Gelatinosi.** Mit homöomerischem Thallus, d. h. die Gonidien sind gleichmäßig zwischen den Hyphen des Pilzes zerstreut. Der Thallus wird auf Befeuchtung gallertartig. Collema pulposum u. a. Arten an feuchten Felsen, auf dem Erdboden ꝛc. häufig.

Die folgenden drei Ordnungen werden von de Bary von den eigentlichen Pilzen getrennt und zu den Algen gestellt.

V. Ordnung: Schizomycetes. Spaltpilze.

Die Spaltpilze sind einzellige Individuen, welche einzeln kuglig (Mikrococcus) oder zu Stäbchen oder Fäden verbunden sind. Sie vermehren sich nur durch Theilung (Spaltung). Aeußerst klein, aber in außerordentlicher Zahl gesellt, sind sie bisweilen energisch beweglich, bisweilen in Gallerte eingebettet. Manche dieser Formen erzeugen Farbstoffe (Pigment-Bakterien, chromogene Spaltpilze), geben z. B. dem „blutenden" Brode die rothe Farbe (Mikrococcus prodigiosus), der Milch eine blaue Farbe (Bakterium synkyaneum); andere (Bakterium Termo) erregen Zersetzungserscheinungen eiweißhaltiger Substanzen (Ferment-Bakterien, zymogene Spaltpilze); wieder andere begleiten (erzeugen?) contagiöse und epidemische Krankheiten (pathogene Bakterien), z. B. Mikrococcus diphthericus, vaccinae etc., Bacillus Anthracis beim Milzbrand ꝛc.

VI. Ordnung: Saccharomycetes. Sproß-, Hefe- oder Gährungspilze.

Gleichfalls einzellige, isolirte oder zu kurzen Ketten verbundene Individuen. Sie sind größer, als die vorigen, meist rundlich, weshalb sie sich leicht von einander trennen, und vermehren sich durch „hefeartige Sprossung", bisweilen durch Bildung von je vier Sporen in einzelnen Zellen. Durch ihre Vegetation bewirken sie die alkoholische Gährung, d. h. sie verwandeln den Zucker ihres Substrates in Alkohol und Kohlensäure. Saccharomyces cerevisiae, die Bierhefe, das Ferment der Bier- und Branntweingährung. S. ellipsoideus, der von der Oberfläche der Weinbeere in den Most gelangt, und die spontane Weingährung ver-

ursacht. S. Mykoderma bildet die Kahmhaut auf vergohrenen Flüssigkeiten und zersetzt diese weiter.

VII. Ordnung: Myxomycetes. Schleimpilze.

Diese Pflanzen bilden zuerst ein Plasmodium, d. i. eine nackte bewegliche Protoplasmamasse, welche in oder auf ihrem Substrate — dem Waldboden, Lohe, abgefallenen Blättern, faulendem Holz ꝛc. — umherkriecht. Später wandelt sich der ganze vegetative Körper in Sporangien (Peridien) um, in welchen zahllose Sporen, oft untermengt mit lockeren, unfruchtbaren Fäden (Capillitium) entstehen. Die frei gewordenen Sporen entlassen ihren Inhalt (Myxamoebe), welcher sich durch Zweitheilung vermehrt, worauf durch Vereinigung mehrerer solcher beweglichen, nackten Protoplasmakörper wiederum ein vollkommenes Plasmodium entsteht. Aethalium septicum Fr. (Fuligo varians Sommf.), die „Lohblüthe", kriecht als gelbes, schleimiges Plasmodium auf Gerberlohe, Rinden ꝛc. umher und bildet schwefelgelbe Sporangien mit schwarzgrauen oder schwarzbraunen Sporen aus. Kraterium pedunculatum kommt im Spätsommer nicht selten auf Zweigen und Blättern von Eichen, Buchen ꝛc. vor. Stemonitis fusca ist häufig an faulen Stämmen und Rinden als rundliche Rasen zu finden, mit braunen Sporangien und braunschwarzen Sporen. Viele andere Arten von Myxomyceten treten in unseren Wäldern auf.

2. Section: Bryophyta, Moose.

Classe 1. Hepaticae, Lebermoose.

Die Gewächse dieser Classe sind z. Th. noch thallös, ohne Blattspuren (Anthoceros), z. Th. führen sie Anfänge von Blattbildung (Riccia, Marchantia). Von den Jungermanniaceen haben die Mehrzahl bereits verzweigte und beblätterte Stengel (Blasia, Jungermannia). Die Sporenkapsel öffnet sich, wenn sie überhaupt regelmäßig aufspringt, meist in vier Klappen, und zwischen den Sporen finden sich häufig gestreckte, schraubenförmig verdickte Zellen, „Schleuderzellen" oder Elateren. Die Gattung Marchantia, Sternlebermoos, ist mit ihrem flachen Thallus dem Boden angedrückt, letzterer trägt auf der Unterseite zwei Reihen Blattschuppen und zahlreiche Wurzelhaare, und aus der mit großen Spaltöffnungen besetzten Oberseite erheben sich schild- oder schirmförmige Fruchtstände auf einem ziemlich langen Stiele. M. polymorpha ist gemein an feuchten, schattigen Stellen in der Nähe von Gräben, Quellbächen ꝛc. Die zahlreichen Arten der Gattung Jungermannia bilden an Steinen und Baumstämmen flach aufliegende Rasen. Radula complanata besetzt mit dichtbeblätterten Stämmchen Baumstamm und Aeste.

Classe 2. Musci, Laubmoose.

Die becherförmige Sporenkapsel öffnet sich gewöhnlich mit einem Deckel und trägt auf ihrer Spitze das „Mützchen". Elateren fehlen. Der Stamm ringsum mit einfachen, von einem Mittelnerv durchzogenen Blättern besetzt. In den Achseln der letzteren meist Knospen, durch welche der Stamm sich verästelt. Der Kapselstiel („Seta", S. 301) gewöhnlich kräftig.

1. Ordnung: **Andraeaceae.** Die Kapsel öffnet sich mit 4 Längsrissen, indem die vier Klappen unten und oben verbunden bleiben, und die Columella (S. 303) ist säulenförmig, oben frei. Andraea nivalis, mit dichtbeblätterten Stämmchen, auf Alpen und hochgelegenen Felsen.

2. Ordnung: **Sphagnaceae, Torfmoose.** Die kuglige Sporenkapsel hat keinen Mundbesatz. Die Blätter bestehen aus zweierlei Zellen: engen chlorophyllhaltigen und weiteren chlorophyllfreien; die Membran der letzteren führt ring- und schraubenförmige Verdickungen und runde Löcher. Nur eine Gattung: Sphagnum, mit zahlreichen Arten, welche wesentlich zur Bildung der Torfmoore (Hochmoore) beitragen, und feuchte Waldstellen bis fußhoch bedecken. Besonders häufig sind Sph. obtusifolium, acutifolium etc.

3. Ordnung: **Phascaceae.** Die kurzgestielte Sporenkapsel springt nicht oder unregelmäßig auf. Sehr kleine wenige Millimeter hohe Moose mit ausdauerndem Vorkeim. Phascum, Ephemerum, Phascidium etc.

4. Ordnung: **Bryaceae.** Die Mehrzahl der Moose — etwa 3000 Arten. Ein Zahnbesatz an der Kapselmündung (Fig. 325 c) wird sichtbar nach dem Abwerfen des Deckels. Die Fruchtkapseln stehen entweder endständig oder seitenständig, wonach man die Bryaceen eintheilt in:

a) **Akrokarpische,** mit endständigen Kapseln. Polytrichum commune, der Widerthon, mit lang behaartem Mützchen, sehr langer Borste, die dunkelgrünen Blätter am Rande fein gesägt (Fig. 325 d). Stattliche Moospflanzen, welche an schattigen, feuchten Waldplätzen dichte Rasen bilden und bei der Saat der Holzgewächse bisweilen lästig werden. P. longisetum liebt sumpfige Orte und hilft sogar den Torf bilden. P. juniperinum wächst auf trockneren, unfruchtbaren Orten. Von diesen drei Arten werden die von den Blättern befreiten Stengel zu Bürsten, kleinen Besen &c. benutzt. P. ericoides, Trichostomum canescens wachsen auf dürrem, unfruchtbarem Boden in weiten Rasen, so daß sie der Benarbung der Fläche sehr nützlich sind. Dicranum scoparium, besenförmiger Gabelzahn, mit sichelförmigen Blättern, bildet sehr häufig auf mageren Waldplätzen, besonders in lichten Nadelwäldern, dichte, polsterförmige Rasen. Bei Barbula muralis verlängert sich die Blattrippe in ein langes Haar, wodurch die Rasen (an Mauern und Felsen) grau erscheinen. Funaria hygrometica wächst an Mauern, Wegen &c. Ihr sehr langer Kapselstiel windet sich beim Eintrocknen schraubenförmig auf. Mnium palustre, das Sternmoos, breitet sich auf sumpfigen und nassen Stellen in weiten Polstern aus, trägt auch zur Torfbildung bei.

b) **Pleurokarpische,** mit seitenständigen Kapseln. Hypnum, das Astmoos (Fig. 326), bildet die verbreitetste Moosdecke unserer Waldungen, und seine Arten sind insofern für die Bonitirung ein günstiges Merkmal, als sie immer erst erscheinen, wenn dem Boden bereits ein gewisser Feuchtigkeitsgrad gesichert ist. Hypnum tamariscinum überzieht daselbst oft weite Strecken. H. crista castrensis ist häufig in steinigen Waldungen, H. cupressiforme auf Bäumen und Steinen in lockeren Rasen. H. sylvaticum, undulatum und lucens bilden an feuchten schattigen Waldorten und am Fuße der Bäume polsterartige Rasen. Hylokomium triquetrum dient vielfach zu Kränzen. Fontinalis antipyretica findet sich im Wasser fluthend.

3. Section: Kormophyta.

(Kryptogamae vasculares, Gefäßkryptogamen).

Classe 1. Equisetinae, Schachtelhalme.

Die schildförmigen Sporangienträger stehen in Aehren auf der Spitze der oberirdischen gegliederten Sprossen der Rhizome (Equisetum limosum, palustre, hyemale); bisweilen auch auf besonderen, nicht verzweigten und dann meist auch nicht grünen Stengeln (E. sylvaticum, arvense, Telmateia). Die Sporangien sitzen an der Unterseite der schildförmigen Fruchtblätter. Blätter klein, quirlförmig, an den unfruchtbaren Stengeln verwachsen zu einer ungezähnten Scheide. Sporen von einerlei Art (isospor), mit zwei Elateren. Verzweigung des Stammes durch Adventivknospen aus dem Basaltheil der Blätter. Equisetum einzige Gattung. Alle Arten enthalten viel Kieselerde, bis zu 90 Procent der Asche; mehrere Arten werden zum Putzen von Zinn und zum Poliren benutzt; so namentlich die unfruchtbaren Stengel von E. arvense, dem Zinnkraute, welches sich auf Aeckern ꝛc., namentlich auf thonigem Boden findet, und von E. hyemale, dem eigentlichen Schachtelhalme, welches an Wassergräben ꝛc. wächst. Die tropischen Arten z. Th. von bedeutender Höhe, die vorweltlichen von riesigen Dimensionen. Den Equisetaceen verwandt ist die fossile Familie der Calamiteae, namentlich in der Steinkohlenformation häufig.

Classe 2. Lykopodinae, Bärlappgewächse.

Der kriechende Stengel ist ringsum von meist schmalen lanzettförmigen Blättern umgeben. Die Sporangien entstehen einzeln in den Achseln der Blätter, bisweilen auf die Blattbasis hinaufgerückt. Die fruchttragenden Blätter häufig am Gipfel eines mit unfruchtbaren Blättern weitläufig besetzten Astes kolben- oder ährenförmig zusammengedrängt.

Fam. **Lykopodiaceae.** Bärlappe. Nur eine Art von Sporen (Kleinsporen). Der Stamm kriecht am Boden weit umher. Wurzeln dichotomisch ver-

zweigt. L. clavatum L., der gemeine Bärlapp, in lichten Wäldern, zwischen Moos rc. Zweige rund, gegabelt, mit abstehenden Blättern. L. complanatum, ebenfalls häufig in Nadelwäldern, mit plattgedrückten Zweigen, und dachziegelförmig anliegenden Blättern. Beide Arten zeigen in den Forsten trockene oder moorige Stellen an, und von beiden werden die Sporen gesammelt, welche unter dem Namen Hexenmehl, Blitzpulver (Semen Lykopodii) officinell sind.

Fam. **Selaginellaceae.** Mit zweierlei Sporen in den Blattachseln: Makrosporen zu je vier im Makrosporangium, Mikrosporen zahllos im Mikrosporangium. Aus der Makrospore erwächst ein kleiner Vorkeim, aus der Mikrospore ein Antheridium mit nur einer vegetativen Zelle. Der Stamm ist langgestreckt, mit schuppenförmigen vierzeiligen Blättern besetzt; die Blätter der unteren zwei Zeilen größer, als die der oberen. Selaginella helvetica, mit gelblichem Stengel kriecht auf der Erde, an Mauern rc.

Fam. **Isoëtaceae.** Wasserpflanzen. Auch diese Familie trägt zweierlei Sporen, das Makrosporangium erzeugt aber zahlreiche Makrosporen. Die Sporangien sitzen auf der Basis der pfriemlichen Blätter. Isoëtes lacustris, in kalkarmen Seen.

Classe 3. Filicinae, Farne.

Die Sporangien stehen gewöhnlich zu Haufen (Sori) vereinigt in verschiedener Gruppirung auf der Unterseite oder am Rande normaler oder metamorphosirter Blätter, oder es bildet das spärliche, an den sporentragenden Blättern sich neben den Blattrippen ausbildende Parenchym kuglige, die Sporen enthaltende Kapseln (Osmunda regalis). Die Blätter sind in der Knospe meist spiralig eingerollt (Foliatio circinalis).

Ord. 1. **Filices. Farne.** Stamm unterirdisch. Nur einerlei Sporen, aus denen große, oberirdische Prothallien hervorgehen (Fig. 327; 328). Die Sporangienhäufchen meist von einer Oberhautfalte, dem Schleierchen oder Indusium bedeckt. Die Sporangie in der Regel von einem Zellringe (Annulus) umgeben. Stamm und Blattstiele meist von breiten, braunen Haargebilden (Spreuschuppen) besetzt. Die Blätter in der Regel zierlich und mehrfach vom Rande her eingeschnitten, seltener ungetheilt. Die Farnkräuter enthalten in ihren Stengeln viel Gerbstoff, das Parenchym häufig Stärkmehl, und die Blätter große Mengen Kalisalze. Die Polypodiaceen besitzen gestielte Sporangien mit verticalem, unvollständigem Ringe, mehrschichtige Blätter mit Spaltöffnungen. Hierher gehören die Mehrzahl der bei uns einheimischen Farne, welche zumeist nach der Anordnung der Sporangienhäufchen eingetheilt werden. Pteris aquilina L., der Adlersaumfarn. Die Sori am unteren Blattrande. Ueberzieht häufig Schläge und lichte Waldungen so dicht, daß er den Culturen lästig wird. Stamm unterirdisch, das große, bis mehr als meterhohe Blatt ist dreifach gefiedert mit einem langen, nackten, oben rinnenförmigen Stiele. Die primären Abtheilungen des Blattes sind sehr groß, stehen aber nicht in gleicher Ebene mit dem Blattstiel.

Letzterer zeigt auf dem Querschnitt die „geschlossenen" Fibrovasalstränge in der bekannten Gestalt des Doppeladlers gruppirt. Aspidium filix mas L., der Wurmfarn, findet sich häufig an feuchten, steinigen Waldorten, die Blätter sind doppelt gefiedert, mit an den Seiten gesägten und oben gekerbten Fiederchen. Die Fruchthäufchen bilden längs der Mittelrippe zwei Reihen, und sind von einem schild- oder nierenförmigen Schleierchen bedeckt. Das Rhizom als Rhizoma Filicis officinell. A. spinulosum Sw., Blätter doppelt gefiedert, Fiedern zugespitzt, Fiederchen mit stachelspitzig-gesägten Zipfeln; Schleierchen gezähnelt. Häufig in Wäldern. Athyrium Sw., Blasenfarn. A. (Asplenium) filix femina L. mit länglichen Fruchthäufchen und einseitig befestigtem Indusium. Fiederchen schmal, tief sägeförmig eingeschnitten. Häufig an feuchten Waldorten, an Gräben und Flüssen. Asplenium ruta muraria L, die Mauerraute, an Mauern und Felsritzen häufig. A. adianthum nigrum. Polypodium, Tüpfelfarn. Die Fruchthaufen, ohne Schleierchen, stehen in zwei Reihen längs der Mittelrippe der Fiedern, den Rand nicht erreichend. P. vulgare L., das Engelsüß, mit einfach fiedertheiligen, wintergrünen Blättern, welche sich, abgestorben, vom Rhizom ablösen; findet sich an steinigen Waldorten, an Mauern 2c. P. Phegopteris L. (Phegopteris polypodioides Fée.), der Buchenfarn, mit dreieckig-eiförmigen Blättern, deren Stielbasis am Rhizom sitzen bleibt; die untersten Fiedern abwärts gerichtet. An frischen Waldorten, besonders in Buchenbeständen. P. (Phegopteris) Dryopteris Fée. Eichen-Buchenfarn. Zartes lebhaft grünes, dreitheiliges Blatt von Deltaform; die beiden untersten großen Fiedern herabgebogen. In schattigen Laubwäldern häufig. Skolopendrium vulgare Sm., die Hirschzunge. Mit ungetheilten, länglich lanzettlichen, am Grunde herzförmigen Blättern. Stiel unterseits mit Spreuschuppen. Fruchthäufchen zu je zwei, lineal, später zusammenfließend. In Gebirgswäldern an schattigen Felsen, Mauern 2c.

Ein sehr schönes Farnkraut ist Osmunda regalis L., der Königsfarn, welcher sich in moorigen Wäldern und feuchten Gebüschen findet. Das Blatt ist doppelt gefiedert; das obere, freie, Sporangien tragende an der Spitze in eine aus dichten Aehren gebildete Rispe zusammengezogen.

Die Baumfarne gehören der Familie der Cyatheen an, deren Sporangien von einem vollständigen, schiefen Ringe umgeben sind. Bei Cyathea und Alsophila (dessen Spreuschuppen als weiches Polstermaterial verwendet werden), stehen die Sporenhäufchen auf der Unterseite der Blätter; bei Dicksonia und Cibotium am Rande der Blätter.

Ordn. 2. **Rhizokarpeae. Wurzelfarne.** Die Sporangien stehen meist zahlreich in metamorphosirten Blattabschnitten oder in indusienartigen Hüllen eingeschlossen. . Zweierlei Sporen: die (♀) Makrosporen einzeln in den Makrosporangien, die (♂) Mikrosporen zahlreich in den Mikrosporangien. Meist Sumpf- und Wasserpflanzen, von denen bei uns bisweilen vorkommen: Marsilea quadrifolia und Pilularia globulifera mit zwittrigen Fruchthaufen, und Salvinia natans mit in verschiedene Häufchen vertheilten Makro- und Mikrosporangien.

B. Phanerogamae, Samen bildende Pflanzen.

Pflanzen, welche echte Samen erzeugen, mit einem aus dem Keimbläschen der Samenknospe nach der Befruchtung entstandenen Embryo, der Anlage der künftigen Pflanze.

A. Gymnospermae, Nacktsamige.
(4. Section.)

Die Samenknospe entwickelt sich nackt, nicht in einem Fruchtknoten eingeschlossen; die Pollenkörner gelangen daher unmittelbar auf die Mykropyle. Blüthen eingeschlechtig, theils monöcisch, theils diöcisch, meist nackt. In dem Embryosack wird schon vor der Befruchtung Endosperm gebildet, und das Keimbläschen (die Eizelle) entsteht in besonderen Organen (Corpusculum [Fig. 344]). Keimling oft mit mehr als zwei Kotyledonen. Die männlichen Blüthen sitzen an einer verlängerten Axe mit schuppenförmigen oder schildförmigen Staubblättern, welche auf ihrer Unterseite zwei oder mehrere Pollensäcke tragen (Fig. 248 C; 262). Das Pollenkorn ist oft aus mehreren Zellen gebildet (Fig. 266).

Die Gymnospermen umfassen die drei Classen der Cycadeen, Coniferen und Gnetaceen.

Classe 1. Cycadeae, Palmfarne.

Pflanzen mit einfachem, nicht oder wenig verästeltem, kurz cylindrischem oder knolligem Stamme. Letzterer ist mit Blattstielresten dicht besetzt und trägt auf seinem Gipfel eine Krone von großen, gefiederten oder fingerförmig zertheilten, steifen Blättern. Das Mark- und Rindengewebe ist stark entwickelt; ersteres enthält viel Stärkemehl, welches zu Sago verarbeitet wird. Die Cycadeen stehen in gewissen Beziehungen zwischen den Farnen und Palmen. Ihre Blüthen sind diöcisch, nackt, die ♀ meist zapfenförmig. Die Samenknospen besitzen ein Integument und entstehen einzeln oder zu zwei an der Innenseite der zahlreichen Fruchtblätter. Die Staubblätter sind schuppenförmig, auf der Rückseite mit Pollenfächern besetzt, in eine Aehre gruppirt. Die Samenschale ist in der Reife außen fleischig-saftig, innen holzig; das Endosperm ölig; der Embryo entsteht erst bei der Keimung, besitzt zwei fast ganz verwachsene Kotyledonen, welche beim Keimen den Samen nicht verlassen. Die Cycadeen sind auf die Tropenregion Asiens und Amerika's beschränkt. Cycas circinalis L., die Sagopflanze, liefert in ihrem Mark Stärkemehl. C. revoluta wird um ihrer Blätter („Palm-

zweige") willen in unseren Handelsgärten häufig cultivirt. Auch Dion edule und Zamia muricata sind in den Gewächshäusern nicht selten.

Classe 2. Coniferae, Nadelhölzer.

Die Zapfenbäume oder Nadelhölzer (Acerosae) haben eingeschlechtige Blüthen, von denen die männlichen stets Kätzchen bilden. Diese bestehen aus schuppen- oder schildförmigen Staubblättern, welche auf ihrer Unterseite die zwei- oder mehrfächrigen Pollenbehälter bergen (Fig. 248 C). Das Pollenkorn ist mehrzellig (Fig. 266). Die weiblichen Blüthen bilden entweder, wie die männlichen, Kätzchen aus schuppenförmigen Deckblättern, an deren Basis je ein schuppen- oder schildförmig (ähnlich dem Sporangienträger der Equisetaceen) ausgebreitetes Fruchtblatt ohne Griffel und Narbe befestigt ist, welches am Grunde 2 oder mehrere nackte Samenknospen trägt (Fig. 270); oder es stehen 1, 2 oder 3 freie Samenknospen auf der Spitze einer kurzen, von schuppenförmigen Deck- oder Fruchtblättern nach Art eines Zapfens umgebenen Axe (Fig. 247). Im ersten Falle vertritt in der Regel die Stelle der Narbe und des Griffels eine erhabene, in der Mitte des Fruchtblattes befindliche, mit Härchen bewachsene Leiste, welche den Zutritt des Pollens zur Samenknospe vermittelt; die Samenknospen sind zur Blüthezeit meist mit dem Fruchtblatte durch die Samenflügel verbunden, welche sich später, wenn das Fruchtblatt zur holzigen Zapfenschuppe heranwächst, von demselben ablösen. Im zweiten Falle werden die Fruchtblätter nicht holzig, sondern verwachsen später mit den Samenknospen zu einem Beerenzapfen (Galbulus), oder die Samenknospe wird nicht von den Fruchtblättern, wohl aber von einem fleischigen Samenmantel überwachsen. Da demnach bei diesen Pflanzen die Samen nicht von einer Fruchthülle eingeschlossen sind, so werden dieselben auch nacktsamige Pflanzen (Plantae gymnospermae) genannt. Die Samenknospe besitzt nur ein Integument; ihre Lage ist bald umgekehrt, und daher der Embryo aufrecht (Abietineae), bald aufrecht, und der Embryo umgekehrt (Cupressineae). Der Embryo liegt in der Mitte eines fleischigen Eiweißkörpers. Die Samenschale ist gedoppelt, die innere zart und liegt meist dem Kerne dicht an, die äußere holzig, stets hart und spröde. Beim Keimen wird der Eiweißkörper sammt der Samenschale von den Samenlappen über die Oberfläche des Bodens emporgehoben (Fig. 111), und erst dann von denselben vollständig resorbirt. Bei den meisten Coniferen herrscht das Wachsthum des Stammes, namentlich in die Länge, bedeutend vor, während die „monopodiale", oft wirtelförmige Astbildung untergeordnet ist. Die Krone ist daher gewöhnlich pyramidal, und wird erst mit Abnahme des Höhenwuchses bisweilen schirmförmig, was daher stets ein Zeichen des vollendeten oder der Vollendung nahen Höhenwuchses ist. Der Holzkörper wächst, wie der der Dikotyledonen, durch einen Cambiumring im Umfange, besteht jedoch lediglich aus dickwandigen mit gehöften Tüpfeln versehenen Tracheiden und Parenchymzellen. Gefäße fehlen dem secundären Holze und sind nur in der Markkrone vorhanden. Außerdem sind die meisten Nadelhölzer durch einen großen Gehalt an ätherischen Oelen und Harzen ausgezeichnet, wodurch

das an sich leichte Holz sehr dauerhaft wird. Das Harz findet sich, durch ätherisches Oel gelöst, in verschiedenen Organen, scheidet sich aber da, wo die Saftbewegung minder lebhaft ist oder ganz aufgehört hat, zuweilen in fester Form aus; auf diese Weise lagert es sich auch mitunter im Inneren der Holzfasern ab, indem es die Höhlung derselben häufig ganz erfüllt; solches Holz wird Kien genannt. Die Blätter sind stets einfach und meist ganzrandig, entweder schuppenförmig oder linealisch (nadelförmig) mit nur einem oder zwei centralen Gefäßbündeln und meistens Harzgängen (Fig. 66 bis 80), bei Salisburya nach der Spitze verbreitert mit zahlreichen Gefäßbündeln. Bei den Gattungen Abies, Taxus, Juniperus stehen die nadelförmigen Blätter einzeln, wie die Blätter der Laubhölzer; aber nur die wenigsten erzeugen in ihren Achseln Knospen (Fig. 169). Die an der Basis der Endknospe und hier und da auch an den Seiten der Triebe zum Vorschein kommenden Axillarknospen gelangen dagegen auch sämmtlich zur Entwicklung, so daß diesen Nadelhölzern die Proventivknospen und somit auch die Wiederausschlagsfähigkeit durch dieselben gänzlich mangelt. Bei der Gattung Pinus stehen nur im ersten, seltener auch noch im zweiten Jahre, isolirte Laubblätter (Nadeln) längs der Hauptaxe; später finden sich an Gipfel= wie Seitentrieben statt derselben nur kurze, braune, häutige Schuppen, welche, schon im Herbste gebildet, den jungen Trieb bedecken. In der Achsel eines jeden dieser verkümmerten Blätter entsteht eine Knospe, welche gleichzeitig mit der Ent= wicklung der Endknospe zu einem rudimentären Kurztriebe mit zahlreichen schuppenförmigen Niederblättern und 2—5 (oft mehr) Laubnadeln heranwächst. Nur unterhalb einer jeden Endknospe stehen mehrere Seitenknospen im Quirl, welche im nächsten Jahre, gleich den Endknospen, zu normalen Trieben auswachsen. Hier sind daher Blattachselknospen zwar vorhanden, allein sie kommen, wenigstens bei den einheimischen Arten, regelmäßig alle, und zwar die meisten schon im Jahre ihrer Entstehung, zur Entwicklung, so daß auch hier die Ausschlagsfähigkeit (schlafende Augen) mangelt. Zuweilen jedoch entwickelt sich, namentlich an jungen kräftigen Pflanzen, nach gewaltsamer Zerstörung der Triebe, die Gipfelknospe der Kurztriebe, so daß dann neue Sprosse aus den „Nadelscheiden" hervorbrechen (Fig. 221). Bei vielen nordamerikanischen Kiefern, z. B. P. rigida, mitis, serotina, inops etc., bleibt aber häufig ziemlich genau in der Mitte zwischen zwei Astquirlen eine größere oder geringere Zahl der Blattachselknospen unentwickelt, wodurch eine sehr in die Augen fallende, unbenadelte, aber knospenreiche Zone gebildet wird: im Jahre des Nadelabfalles, mitunter auch einige Jahre später, trennt sich der in der Rinde liegende krautige Knospenstamm von dem tiefer liegenden holzigen Stamme der Knospe; allein der erstere stirbt nicht ab, sondern wächst selbstständig in der Rinde fort, indem er sich an seiner Basis zu einem scharf begrenzten, kugeligen Holzkörper abschließt. In diesem Zustande können diese Knospen viele Jahre lang beharren, bis sie nach erfolgtem Abhiebe, häufig aber auch ohne erkennbare äußere Veranlassung, sich zu Trieben entwickeln. Dies ist die Ursache der Erscheinung, daß fast alle nordamerikanischen Kiefern die Fähigkeit besitzen, vom Stocke auszuschlagen, eine Eigenschaft, welche unseren heimischen

Kiefern gänzlich mangelt. Bei der Gattung Larix finden sich sowohl an der einjährigen Pflanze, als auch an allen einjährigen (Längs-) Trieben einzeln stehende Nadeln (Fig. 220 b). Viele dieser Nadeln tragen Blattachselknospen, aus denen im nächsten Frühjahre, während die Terminalknospe sich zu einem Längstriebe ausbildet, sehr verkürzte, mit Blättern besetzte Triebe in Form blattreicher Nadelbüsche hervorwachsen. Diese Kurztriebe bleiben viele (bis 20) Jahre hindurch lebendig, bilden aber jährlich nur einen eben so kurzen beblätterten Längstrieb, so daß, da ihre Basis zugleich überwallt wird, oftmals an mehrere Jahre alten Aesten scheinbar neue Nadelbüschel erscheinen. Manche der Kurztriebe, namentlich die endständigen, entwickeln aber später im Jahre aus ihrer Mitte einen einfachen Längstrieb mit einzeln stehenden Nadeln, welcher dem Johannistriebe entspricht. Sie sind es, welche das Längswachsthum und die Beastung der Lärchen vermitteln. Bei den meisten Nadelhölzern dauern die Blätter bis zum 3. oder 4. Jahre, zuweilen selbst bis zum 6. oder 8. Jahre, und nur die Gattungen Salisburya, Taxodium und Larix im engeren Sinne werfen dieselben jährlich ab.

Die Classe der Coniferen zerfällt in die 3 Ordnungen der Cupressineen, Abietineen und Taxineen.

I. Ordnung: Cupressineae, Cypressen.

Die männlichen Kätzchen werden aus schildförmigen Deckblättern gebildet, welche auf der Unterseite am Rande 4—7 einfächerige Staubbeutel tragen. Die aufwärts gerichteten Samenknospen stehen entweder in der Achsel offener, zu einem Kätzchen vereinigter Fruchtschuppen, welche mit der Deckschuppe verschmolzen sind, oder frei auf der Spitze eines Schuppenzäpfchens; die Frucht bildet entweder einen mehrsamigen Zapfen, oder einen Beerenzapfen; die Blätter sind bisweilen nadelförmig, häufiger schuppenförmig und dachziegelartig oder in zwei- und dreigliedrigen Wirteln über einander liegend.

Juniperus L., Wachholder.

Zweihäusig (XXII. 11). Die weibliche Blüthe besteht aus einem von grünen, schuppenförmigen Deck- oder Fruchtblättern gebildeten, blattachselständigen Zäpfchen, in der Achsel der drei obersten Fruchtblätter je eine Samenknospe; die fructificirenden Fruchtblätter werden nach der Befruchtung fleischig, und verwachsen mit den Samen zu einem Beerenzapfen (Galbulus). Die Frucht reift erst im Herbste des zweiten Jahres. Die Blätter sind theils nadelförmig und in dreigliedrigen Wirteln abstehend, die Spaltöffnungen auf der Oberseite, theils schuppenförmig und anliegend, mit der Zweigrinde verschmolzen.

J. communis L., der gemeine Wachholder (Machandelbaum). Die männlichen Blüthenkätzchen erscheinen Mitte Mai theils gipfelständig, theils aus den Blattwinkeln der vorjährigen Triebe, gewöhnlich zu 2—3 beisammen stehend. Die unreif grünen und harten Scheinbeeren (Galbuli) sind zur Zeit der Reife weich, blau-schwarz, bereift. Die Blätter pfriemenförmig stehend und abstehend, und

fallen erst bis zum 5. Jahre hin mit der Rinde ab, sie werden getragen von einem schuppigen Stielchen. Drei kurze Leisten deuten die Spitzen der verwachsenen Fruchtblätter an. Die jungen Triebe sind mehr oder weniger deutlich dreikantig. Die junge Pflanze erscheint mit 2 gegenständigen Samenlappen, welche breiter und weniger spitz, als die anderen Nadeln sind; fast auf gleicher Höhe mit denselben folgen zwei gegenständige Nadeln, die sich mit jenen kreuzen, wodurch ein scheinbar viertheiliger Wirtel entsteht. Die darauf folgenden Blätter bilden dreitheilige alternirende Wirtel, sie sind oberseits etwas rinnenförmig, unterseits stumpf gekielt, der Kiel mit einer Längsfurche. Der Wachholder wächst in den ersten Jahren sehr langsam, vorherrschend strauchartig, doch erreicht der Stamm bisweilen eine Höhe von 6—8 m. In Norwegen kommen Stämme von $^1/_2$—$^3/_4$ m Umfang nicht selten vor, und einige Meilen von Christiania im Kirchspiel Haabel steht sogar ein Baum, der $^2/_3$ m über dem Boden 2 m Umfang hat. Das Holz ist harzarm; es hat keine Harzgänge, wohl aber Harzbehälter. Der gemeine Wachholder ist sehr weit verbreitet über Europa, Asien und Nordamerika; im Norden findet er sich überall bis nach Finnmarken, und zwar in Norwegen noch bis über 300 m Meereshöhe; im Süden zieht er sich mehr in die Gebirge zurück. Das harte und zähe, rothbraune, wohlriechende Holz und besonders die Masern werden von Drechslern gesucht; die Zweige eignen sich vorzüglich zum Räuchern des Fleisches; die Früchte dienen theils als Räuchermittel, theils als Gewürz, theils als Arzneimittel; auch wird daraus der besonders im Norden geschätzte Wachholderbranntwein bereitet.

J. nana Willd. (J. alpina Gaud.), der Alpen- oder Zwergwachholder findet sich an felsigen Orten der Alpen und Voralpen, noch in Schlesien und Böhmen, in Sibirien in der Ebene. Die Nadeln aufwärts gekrümmt, mit starker Mittelrippe, an der Basis sich berührend. Spaltöffnungen nur an der Oberseite, die aber negativ heliotropisch ist.

J. Oxycedrus L. in Istrien, sowie überhaupt in Südeuropa, hat rothe Früchte.

J. Sabina L., Sade- oder Sevenbaum. Die Blätter sind rautenförmig, spitzig, auf dem Rücken mit einer eingedrückten Drüse, liegen am Stengel an, und bilden längs desselben 4 Reihen, indem sie sich dicht-dachziegelartig decken; oder sie sind lanzettförmig-zugespitzt, etwas abstehend, herablaufend, und mehr oder weniger entfernt; die Beeren abwärts gebeugt; der Wuchs strauchartig. Findet sich in Südtyrol, Krain 2c. wild. Blätter und Zweige haben einen unangenehmen Geruch, wirken giftig, sind officinell.

J. virginiana L., die rothe virginische oder deutsche Ceder, „Red Cedar". Aus Nordamerika. Unterscheidet sich von der vorigen Art vorzüglich durch die aufrecht an den Zweigen sitzenden Früchte und den baumartigen Wuchs. Widersteht bei uns den härtesten Wintern, wächst namentlich in der Jugend sehr rasch, erreicht aber nicht die Höhe, wie in ihrer Heimath (30 m). Das eigenthümlich riechende, sehr leichte, rothe Holz ist sehr dauerhaft, namentlich im Wasser,

und wird als „Cederholz" häufig zur Fassung von Bleistiften, Cigarrenkistchen und Drechslerarbeiten benutzt.

Parasiten: Auf Zweigen und Blättern von J. communis und J. nana treten die Teleutosporen des Rostpilzes Gymnosporangium conicum Oerst. auf, deren Aecidium Roestelia cornuta Ehrh. auf Eberesche, Elsbeere ꝛc. schmarotzt. Auf J. Sabina, oxycedrus und virginiana: Gymnosp. fuscum Dec., Teleutosporenform der Roestelia cancellata Rebent. auf Birnenblättern.

Thuja L., Lebensbaum.

Einhäusig (XXI. 6). Die weiblichen Blüthen bilden Kätzchen mit 2 Samenknospen innerhalb eines jeden Fruchtblattes; die Frucht bildet ein aufspringendes, mehr oder minder holziges Zäpfchen; der Same ist meist geflügelt, und keimt mit zwei Samenlappen; die Blätter sind schuppenförmig und liegen, dachziegelartig sich deckend, den Zweigen dicht an, letztere sind plattgedrückt und gleichen mehrfach zertheilten Blättern. Die hierher gehörigen Arten bilden immergrüne Sträucher, welche häufig in Anlagen gepflanzt werden; namentlich Th. occidentalis L., abendländischer Lebensbaum, „White Cedar". Aus Nordamerika. Zapfen schlank, verkehrt=eiförmig oder walzenförmig mit glatten Schuppen, die innerste mit einem Höcker. Samen mit Flügelrand, Blattspitzen mit erhabener Oeldrüse. Zweig=Enden in der Fläche verzweigt (Fig. 64). Durchaus winterhart. — Th. (**Biota**) orientalis L., morgenländischer Lebensbaum. Aus China. Zapfen birnen= oder kugelförmig, etwas blauduftig, jede Schuppe mit einem rückwärts gekrümmten Haken. Höchstens sechs Schuppen. Same ungeflügelt, rundlich. Erfriert bei uns sehr leicht (Fig. 65).

Th. plicata Lam. Aus China. Oberseite der Blätter glänzend, Unterseite matt, sammetartig, und Th. pendula Lamb., aus der Tartarei. Beide sehr weichlich.

Cupressus L., Cypresse.

Einhäusig (XXI. 6). Die weiblichen Blüthen sind zapfenartig mit schildförmigen Fruchtblättern, deren jedes 2—12 Samenknospen trägt; die Frucht bildet einen Zapfen aus 10—12 holzigen, braunen, schildförmigen Schuppen; die Samen stellen ungeflügelte eckige Nüsse dar; die Blätter sind kurz und liegen dachziegelförmig über einander: die kleinen Zweige sind steif, nach oben vierkantig. C. sempervirens L., mit aufrechten, an den Stamm angedrückten Aesten, wodurch der oft 36 m hohe Baum eine sehr dichte Krone erhält, welche kaum einen Durchmesser von 3 m erreicht. Der ganze Baum hat auf diese Weise ein äußerst schlankes, obeliskenartiges Ansehen. Die Cypresse wächst langsam und wird sehr alt; sie findet sich im südlichen Europa bis in das südliche Krain, Istrien und Südtyrol, blüht im Februar und März, reift im November. Trauerbaum auf Gräbern. Das feine, feste und starkriechende Holz wurde von jeher zu feinen Arbeiten sehr geschätzt (Mumiensärge). C. thyoides L. (Chamaecyparis sphaeroidea Spach). Aus Nordamerika. Zapfen sehr klein, wachholderbeerartig, Harzhöcker wie Thuja. Wird bei uns höchstens 8—10 m hoch.

Callitris quadrivalvis Vent., ein hoher Baum Nord-Afrika's, liefert das echte Sandarak-Harz (Sandaraca vera).

Taxodium Rich., die Eibencypresse.

Einhäusig (XXI. 6). Die weiblichen Blüthen sind zapfenartig mit schildförmigen Fruchtblättern, deren jedes mehrere Samenknospen trägt. Die Blätter sind linienförmig, dicht zweizeilig gestellt, und sommergrün. T. distichum Rich. findet sich in Nordamerika bis nach Mexico hinab, liebt einen feuchten Standort, und wird dann meist 20—26 m hoch mit einem Durchmesser des Stammes von 1—1½ m. Mitunter erreicht sie aber auch bei sehr hohem Alter eine außerordentliche Größe; so steht in der mexicanischen Provinz Oaxaca ein Baum, dessen Stamm am Grunde 11 m Durchmesser hat. Bei uns öfter in Anlagen gepflanzt, von harten Wintern leicht verletzt.

Unterordnung: Sequoieae.

Sequoia (Wellingtonia) gigantea Endl., die californische Riesenceder. Neuerdings in den Gebirgen Californiens (Sierra Nevada) entdeckte Waldbäume von ungeheuren Dimensionen (vgl. S. 160). Im Krystallpalast von Sydenham bei London steht ein Stammstück von 35 m Höhe, welches am Boden 9,3 m und in einer Höhe von 30 m noch 4,5 m Durchmesser hat. Der Baum war 109 m hoch und bis zu 42 m vollkommen astrein; sein Alter wird auf 3000 bis 4000 Jahre geschätzt.

Cunninghamia sinensis Rich. in China und Japan, mit breiten, 3—4 cm langen stechend zugespitzten Blättern (Fig. 69).

II. Ordnung: Abietineae.

Einhäusig; die männlichen Blüthen in Kätzchen, die weiblichen in Zapfen; jede männliche Blüthe besteht aus zwei einfächerigen Staubbeuteln, welche unten an dem Deckblatte befestigt sind. Die Antherenfächer reißen bei Pinus, Picea und Cedrus der Länge nach auf, bei Abies, Tsuga und Larix der Quere nach. Die weibliche Blüthe besteht aus einer Deckschuppe, in deren Achsel eine Fruchtschuppe, d. i. ein Sproß (S. 240) mit zwei Samenknospen steht. Die Fruchtschuppen wachsen zu den holzigen Schuppen des Zapfens heran; die Samen meist einseitig geflügelt; die Mikropyle der Samenknospe nach abwärts gerichtet (Fig. 290) mit der Zapfenspindel zugewendetem Würzelchen. Die Blätter sind nadelförmig und, wie die Zapfenschuppen, schraubenförmig gestellt.

Nach Maßgabe der Blätter lassen sich die Abietineen eintheilen wie folgt:

A. mit Nadelbüschen an Kurztrieben, zu 2—12, Blätter fast immer gesägt (Fig. 95). (Fruchtreife im 2. Jahre.)

Gattung 1. Pinus.

B. mit einzeln stehenden Nadeln. (Fruchtreife im 1. Jahre.)
a. Nadeln flach:
Gattung 2. Abies.
„ 3. Tsuga.
„ 4. Pseudotsuga.
b. Nadeln kantig:
Gattung 5. Picea Lk.
„ 6. Larix.
„ 7. Cedrus.

1. **Pinus L.** **Kiefer** oder **Föhre** (XXI. 6).

Die männlichen Blüthenkätzchen sind walzenförmig verlängert, und stehen in dichtgedrängten Aehren an der Basis der jungen Triebe (Fig. 249); die weiblichen Blüthenstände sind einzeln oder zu zwei und mehr an der Spitze der jungen Triebe, wo sie sich aus Seitenknospen entwickeln (Fig. 352). Der Fruchtstand bildet einen holzigen Zapfen mit an der Spitze pyramidal verdickten Schuppen. Der Punkt, in welchem die vier Flächen der Pyramide (Apophyse) convergiren, heißt der Nabel oder die Protuberanz; er trägt bisweilen einen Dornfortsatz. Die Flügel der im zweiten Jahre reifenden Samen, wenn deren vorhanden sind, fallen ab. Die Nadeln sind immergrün, verhältnißmäßig lang, oben meist rinnenförmig ausgehöhlt, an den Rändern fast immer gezähnelt; sie stehen nur an den einjährigen, seltener auch noch an zweijährigen Pflanzen einzeln, später an 2- bis 5nadeligen, am Grunde von einer Anzahl zu häutigen Schuppen reducirter Blätter umschlossenen Kurztrieben, welche aus der Achsel schuppenförmiger Blätter entspringen, und deren Endknospe nur in abnormen Fällen, als Reaction auf Verletzungen der Krone, sich zu „Rosettentrieben“ zu entwickeln pflegt (Fig. 221). Am Grunde der Gipfelknospe des Stammes und der Aeste stehen eine Anzahl Seitenknospen, welche sich, wie die Endknospe, zu normalen Längstrieben entwickeln (soweit sie nicht Zapfen bilden), so daß sie in Scheinquirlen stehen. Die Zahl der Scheinquirle entspricht immer dem Alter des Stammes und der Aeste; doch muß man für jenen noch etwa drei Jahre hinzufügen, da erst im dritten Jahre die Quirlbildung beginnt. Diese Gattung ist die artenreichste unter allen Nadelhölzern; namentlich ist Nordamerika reich an verschiedenen Kiefern. Europa beherbergt nur 10 Arten.

Die Gattung Pinus zerfällt in folgende Gruppen:

1. Gruppe: **Cembra.** Der Kurztrieb trägt 5 Nadeln. Die Zapfen sind eiförmig, abgestutzt, geneigt zu zerfallen, die Apophyse schwach. Samen flügellos.

P. Cembra L., die Zirbelkiefer, Zirbe oder Arve. Die Knospen sind eiförmig, fein zugespitzt und spärlich mit Fransen besetzt. Die „Scheide“ an der Basis der 6—10 cm langen Nadelbüschel ist mehr als 2 cm lang, ihre Schuppen haben keine Fransen, liegen nur locker an und fallen bald ab, so daß die Nadelbüschel im folgenden Jahre nackt auf dem Kurztriebe stehen. Die Blüthen erscheinen im Juni; die männlichen bilden eiförmige Kätzchen, welche gedrängt und



Fig. 352. Blüthen- und Fruchtstand von Pinus montana pumilio (nat. Gr.)

wirtelförmig an der Basis des eben hervorbrechenden Triebes stehen; die weiblichen bilden 1—6 eiförmige, violette Zäpfchen an der Spitze des jungen Triebes. Diese erreichen im ersten Jahre die Größe einer Wallnuß, sind im Herbste des

zweiten Jahres ausgewachsen. Die Samen reifen im September bis October. Die Zapfen sind ziemlich gleich dick, oben und unten etwas abgeplattet, mit lederartigen, harzreichen, braunen oder grünen und meist violett überlaufenen Schuppen, deren große Schilde den Nabel nicht in der Mitte, sondern am Ende tragen (Fig. 353). Die (eßbaren) Samen (Zirbelnüßchen) sind ungeflügelt, stumpf dreieckig, bräunlich gelb oder mit einem dünnen braun-grauen Ueberzuge, hartschalig, und etwa halb so groß, wie die der Pinie. Die junge Pflanze erscheint meist erst ein Jahr nach der Saat mit 9—10 quirlständigen Samenlappen und erreicht im ersten Jahre eine Länge von 4—7 cm. Die Triebe der folgenden Jahre sind meist nur sehr kurz, so daß die Pflanze bis zum 6. und selbst 12. Jahre oft nicht über 15 cm hoch wird; später steigert sich zwar ihr Höhenwuchs, allein dennoch wächst sie immer nur sehr langsam, und erlangt in 250 Jahren kaum einen Stammdurchmesser von 50 cm, kann aber über 600 Jahre alt werden; ein Stamm von 70 cm Durchmesser zeigte 349 Jahresringe. Die Rinde ist grau, warzig, im Alter durch breite Querrisse ausgezeichnet. Die jüngsten Zweige sind von einem dichten, rostgelben Haarfilze bedeckt. Die Pfahlwurzel schwindet mit dem 15. bis 20. Jahre.


Fig. 353. Zapfen von Pinus cembra L. (1/2 nat. Gr.).

Das Vorkommen der Zirbelkiefer beschränkt sich auf zwei große Complexe, deren erster den über den 60. Grad nördlicher Breite gelegenen Theil des europäischen Rußlands, und fast das ganze asiatische Rußland vom Kaukasus, Ural und Altai zwischen dem 40.° und 68.° n. Br. bis zur Halbinsel Kamtschatka, ferner den Norden der Mongolei und selbst die Inseln des Japanischen Meeres, Nipon und die Kurilen, umfaßt. Zum zweiten Complexe gehören in einem schmalen Striche die Alpen und die Karpathen. Im Norden des ersten Complexes ist die Zirbel eine Pflanze der Ebene, steigt aber im Süden Sibiriens bis zu der höchsten Baumregion auf; im zweiten Complexe findet sie sich nur im Gebirge, und zwar in den Karpathen zwischen 1000 und 1650 m, in den Alpen vorzüglich zwischen 1500 und 1950 m, erhebt sich aber in den Centralalpen der Schweiz selbst bis zu 2500 m. Ueber 1600 m bildet sie reine Bestände; tiefer theils reine Bestände, theils ist sie mit anderen Holzarten, namentlich mit der Fichte, gemischt, bis sie sich endlich etwa bei 1400 m ganz in den Fichtenbeständen verliert. Im bayerischen Hochgebirge findet man die schönsten Stämme bis fast 1 m Durchmesser auf der Schachenalpe am Wetterstein, auf der Reuteralpe am steinernen Meer, und am Fundenseeplateau bei Reichenhall. Sie verlangt keinen tiefgründigen, aber frischen, beständig feuchten, jedoch nicht nassen und nicht zu bindenden Boden, und liebt daher vorzüglich einen sandig-thonigen Boden mit alkalischen Bestandtheilen; ferner einen kurzen, kühlen Sommer, dessen Temperatur im Mittel nicht unter + 7,2° fällt. Wo Rhododendron ferrugineum, Calluna vulgaris, Vaccinium vitis idaea, myrtillus und uliginosum, Alnus viridis auf der erforderlichen Höhe schön gedeihen, läßt sich auch das Gedeihen der Zirbelkiefer mit Sicherheit erwarten;

wo sich in der schwarzen Krume Glimmerblättchen zeigen, wo Modermassen von Knieholz angehäuft sind, und wo endlich die Gesteine von wenigstens schuhtiefen feuchten Moospolstern, namentlich von Sphagnum und Racomitrium überzogen sind, wobei sich häufig Cladonia rangiferina zwischen den Moosen einfindet, da ist der Boden zum Anbau der Zirbel geeignet.[1]) Das im Hochgebirge gewachsene Holz ist sehr dicht, weich und feinfaserig und daher zu feinen Schnitzarbeiten sehr gesucht; Kleider= und Insectenschränke, daraus verfertigt, sollen wegen des lange anhaltenden aromatischen Harzgeruches Motten=, Käfer= und Milbenfraß verhindern. Es ist weiß, im Kerne rothbraun. Ein Festmeter wiegt grün etwa 879 kg, lufttrocken 697 kg und dürr 530 kg (nach Hartig). Die jüngeren Zweige sind besonders reich an Harz, und liefern durch Destillation den karpathischen Balsam.

2. Gruppe: **Strobus.** Nadeln zu 5. Zapfen langgestreckt, hangend, mit schwacher Apophyse. Same geflügelt.

P. Strobus L., die Weymouthskiefer, „White-Pine". Aus Nordamerika, wird aber bei uns als schöner Parkbaum und selbst in Beständen cultivirt. Die Knospen sind eiförmig mit fein ausgezogener, fast stechender Spitze und braunen Schuppen; die Nadeln sind fein, schlank, biegsam, im Querschnitt dreikantig, 10—15 cm lang, bläulich=grün; die jungen Triebe kahl. Die Blüthen erscheinen gegen Ende Mai. Die ♂ Kätzchen stehen, zu 10—20, um die Basis des jungen Triebes, die ♀ einzeln oder zu zwei oder drei auf der Spitze desselben; letztere sind verlängert, walzenförmig, gelblich=grün, die Fruchtblätter mit rothen Rändern und Spitzen. Die harzreichen Zapfen sind walzenförmig, zugespitzt, 10—16 cm lang, bis 2,5 cm dick und etwas gekrümmt; ihre Apophysen tragen die Protuberanz am Ende (Fig. 354). Der mit einem langen und schmalen Flügel versehene Same ist etwas größer, als der der gemeinen Kiefer (5—6 mm), länglich=rund, braun und schwärzlich marmorirt, an der Innenseite blasser, und fliegt im October ab. Freistehende Bäume tragen schon mit dem 25. Jahre keimfähigen Samen, in Beständen wachsende aber selten vor dem 50. Die junge Pflanze erscheint bald im Frühjahre mit 7—8 quirlständigen Samenlappen und wächst rasch heran, so daß 3jährige Pflanzen gewöhnlich schon über 30 cm hoch sind. Die Endknospe ist von 4—8 Quirlknospen umgeben, deren Stellung sehr regelmäßig ist, so daß dadurch der Baum, namentlich im freien Stande, wo die horizontal streichenden Aeste bis dicht an den Boden streichen, ein sehr schönes Ansehen gewinnt. Die Rinde bleibt lange glatt und glänzend, olivenbraun, und ist reich an Terpentinbehältern, welche sich äußerlich als kleine Buckeln



Fig. 354. Zapfen von Pinus strobus L.

[1]) S. Sendtner: Vegetationsverhältnisse des Bayrischen Waldes. München 1860.

von Erbsengröße kund thun. Die Bewurzelung ist sehr kräftig, mit mächtiger Pfahlwurzel und starken Seitenwurzeln. Ihr Vaterland ist das nördliche Amerika zwischen dem 36.° und 49.° n. Br., ferner das östliche Asien, Japan und die Insel Nipon zwischen dem 33.° und 40.°, wo sie vorzüglich die Ebenen und niedrigen Vorberge bewohnt. Das Holz soll in ihrem Vaterlande von vorzüglicher Güte sein; das von bei uns gezogenen Bäumen steht dem unserer Nadelhölzer bei weitem nach, hat aber wegen seiner durchaus hellen Farbe und gleichförmigen Textur für Schreiner und Schnitzarbeiter doch manche Vorzüge. Es ist sehr harzarm. Ein Kubikmeter wiegt frisch durchschnittlich 730 kg, lufttrocken 410 kg.

Pinus excelsa Wall., vom Himalaya, Nepal, früher für eine Abart von P. strobus gehalten (P. str. excelsa). Auch Pin pleureur, P. str. pendula genannt, wegen der langen an der Spitze der Zweige zusammengeneigten Nadeln. Zapfen 12—20 cm lang, 4—5 cm breit; Samen 1 cm lang, hartschalig. Ausgezeichnetes Holz. In Deutschland hier und da versuchsweise angepflanzter, sehr raschwüchsiger Baum. — P. Lambertiana Dougl., die Zuckerkiefer. Baum von 70 und mehr Meter Höhe, 5—8 m Stammumfang.[1]) In Californien, Nordwestküste Nordamerika's (40.°—43.° n. Br.), mit anderen Kiefern auf Sandboden gemischt, unermeßliche Wälder bildend. Zapfen fast ½ m lang, Samen eßbar, zu Kuchen verbacken. Aeltere Stämme erzeugen außer Harz einen zuckerhaltigen, süßen Saft, der durch Feuer ausgetrieben und gesotten wird.

3. Gruppe: **Pseudostrobus.** Nadeln zu 5. Zapfenschuppen dick. Apophyse erhaben.

Hierher: P. Montezumae Lamb., P. Winchesteriana Gord., beide in Mexico, u. a.

4. Gruppe: **Taeda,** Fackelkiefern. Nadeln zu drei, selten zu zwei.

Zwei nordamerikanische, 20—30 m hohe Arten: Pinus taeda und P. rigida Mill. („Pitch Pine", Pechkiefer). Zeichnen sich aus durch Knospenbildung aus der rissigen Rinde, und können unter günstigen Umständen Stockausschlag

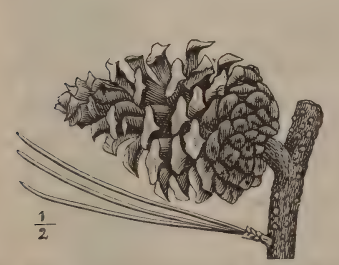


Fig. 355. Zapfen von Pinus rigida Mill.



Fig. 356. Zapfen von Pinus taeda Mill.

liefern. Die Zapfen sind bei rigida eiförmig (Fig. 355), konisch, bei taeda etwas gekrümmt (Fig. 356). Nabel der Apophyse mit Haken. Die Nadeln bei rigida etwas kürzer, als bei taeda. Letztere wächst auf Sandboden, erstere auf Sumpfboden, wo ihr sonst festes schweres Holz weich wird.

Hierher: Pinus canariensis Chr. Smith, auf den gr. Canarien und Teneriffa; P. australis Mich., Nord-Amerika; P. ponderosa Dougl., Nord-Amerika; P. Coulteri Don. in Californien, mit 20—30 cm langen, 10—15 cm dicken Zapfen; P. Sabiniana Dougl. in Nord-Amerika; P. Gerardiana Wall. im Himalaya u. a.

---

[1]) An der Mündung des Umpqua-Flusses in Nord-Californien zeigte eine Pinus Lambertiana 19 m Umfang und 90 m Höhe.

5. Gruppe: **Pinaster**. Kurztriebe mit 2, einzeln mit 3 Nadeln. Zapfen abstehend oder hangend, selten aufgerichtet. Apophyse mehr oder minder vorspringend, Protuberanz central. Samen geflügelt.

P. sylvestris L., die Kiefer, Föhre. Die Nadeln sind lauchgrün, die Knospen eiförmig-länglich, von der Mitte an allmählig spitz zulaufend; die Schuppen derselben liegen an, oder nur eine und die andere steht an der Spitze etwas ab, und krümmen sich erst im Frühlinge, mit der Entwicklung des Triebes, zurück. Die Blüthen erscheinen im Mai; die ♂ Kätzchen bilden eine gedrängte Aehre an der Basis des jungen Triebes, die ♀ bilden kleine Zäpfchen, welche meist paarweise einander gegenüber an der Spitze des eben hervorbrechenden Triebes auf ziemlich langen Stielen stehen. Bisweilen werden eine weit größere Anzahl — 30 bis 40 — Zapfen unter der Gipfelknospe angelegt. Seltener scheint der Fall, daß in der Mitte des Jahrestriebes sich eine größere Anzahl Kurztriebe in weibliche Blüthenstände verwandeln (Fig. 357). Die anfangs aufgerichteten Stiele krümmen sich bald nach der Blüthe hakenförmig nach unten, so daß die Spitze des Zapfens stets gegen die Erde gerichtet ist. Die Grundfarbe des Blüthenzäpfchens ist grün mit mehr oder weniger röthlichem Anflug. Die Fruchtblätter sind zur Zeit der Blüthe kurzgeschnabelt und viel länger, als die Deckblattschuppen. Es dauert fast ein ganzes Jahr bis der Pollenschlauch an den Embryosack gelangt. Der Zapfen erreicht bis zum ersten Winter die Größe einer kleinen Haselnuß, reift im October des zweiten Jahres, entläßt einen Theil der Samen bei entsprechender Witterung sofort, den Rest im März oder April des nächsten Jahres. Die entleerten Zapfen hangen dann noch bis zum Herbste und bisweilen Jahre lang am Baume. Die ausgebildeten Zapfen (Fig. 358) sind kegelförmig, 5—7 cm lang, braungrau, glanzlos und hangen an einem zurückgebogenen Stiele. Im freien Stande tragen 15—20jährige Stämme schon keimfähigen Samen, in geschlossenen Beständen aber erst mit 50, und auf fruchtbarem, feuchtem Boden oft erst mit 70 bis 80 Jahren. Der Same ist eiförmig (größte Breite nach der Spitze zu), grauschwarz oder bräunlich mit gelblich-grauem, durchsichtigem Flügel; erhält sich zwar 2—3 Jahre lang keimfähig, jedoch liefert der frische stets kräftigere Pflanzen. Die junge Pflanze erscheint 3—4 Wochen nach der Aussaat im Frühjahre; das Pflänzchen hat ein röthliches Stengelchen und 5—6, selten mehr oder weniger, meist etwas aufwärts gebogene, dreikantige, an den Rändern glatte, quirlständige Samenlappen (Fig. 79), welche länger sind, als die der Fichte und Lärche, und im Herbst vertrocknen, aber erst zu Ende des zweiten Jahres abfallen; die darauf folgenden, einzeln um die Axe stehenden Primordialnadeln sind an den Rändern stark sägezähnig und wie die Samenlappen grün; es wird im ersten Jahre selten über 5 cm hoch. Nur bei außergewöhnlich kräftigem Wuchse entwickeln sich schon im ersten Jahre dicht über dem untersten Blattquirl einzelne Seitenknospen zu kurzen Seitentrieben und höher am Triebe einige Blattachselknospen, welche sich im nächsten Jahre zu Kurztrieben entfalten. Kräftiger ist der Wuchs in die Tiefe, indem in lockerem Boden schon im ersten Jahre die Pfahlwurzel fast 1 m lang wird und Nebenwurzeln bis zur 5. Ordnung erzeugt (Fig. 116).



Auch in den nächstfolgenden Jahren ist die Verlängerung der Pfahlwurzel vorherrschend. Aus diesem Grunde wird die junge Pflanze schon sehr bald von dem Feuchtigkeitsgrade der oberen Bodenschichten unabhängig, läßt sich aber auch nur in den ersten Jahren mit Vortheil verpflanzen. Im zweiten Jahre erreicht die junge Kiefer eine Höhe von 12—16 cm, und entwickelt an der Basis des neuen Triebes zwar noch einfache Nadeln, deren Uebergang zur kurzen, dreieckigen, braunen und häutigen Schuppe leicht zu verfolgen ist; höher hinauf aber bilden nur Nadelbüschel die Belaubung, welche aus den Achseln der verkümmerten, schuppenförmigen Blätter hervortreten. Von jetzt an besteht die Belaubung nur aus solchen Nadelbüscheln, die sich 3, selten 4 Jahre lang am Stamme erhalten, und bis dahin nach und nach abfallen. Die Rinde bildet an alten Stämmen zuweilen bis

Fig. 357. Umwandlung zahlreicher (33) Kurztriebe von Pinus sylvestris in Zapfen (nat. Gr.).

zu einer Höhe von 8—9 m eine dicke, rissige, braune Borke; höher hinauf aber löst sich die alte Rinde in papierdünnen Fetzen ab, weshalb hier die Rinde stets dünn, glatt und gelbröthlich bleibt. Auch an den Wurzeln bilden sich sehr frühzeitig starke Korkschichten, wodurch die Neubildung seiner Saugwurzeln beeinträchtigt wird, was zu seinem Theile dazu beiträgt, daß sich die Kiefer im höheren Alter nur schwer mit Erfolg verpflanzen läßt. Die Kiefer wird selten über 35—40 m hoch. Die jungen Sprosse, anfangs kerzenartig aufgerichtet, werden nach und nach herabgebogen, doch bleibt die Richtung der sparrigen, quirlförmigen Aeste längere Zeit emporstrebend. In der Jugend ist die Krone pyramidal; mit vollendetem Höhenwuchs wird der Habitus schirmförmiger, der Pinie ähnlich. Auf den Alpen Krain's findet sich eine strauchartige Form mit auf dem Boden hingestrecktem Stamme, eine sogenannte Legföhre (nicht P. pumilio). Eine sehr ausgezeichnete Form der gemeinen Kiefer ist P. s. engadinensis Heer., in Graubündten im Unterengadin, welche sich von der gewöhnlichen Form durch ihre glänzenden, scherbengelben Zapfen unterscheidet; die Fruchtschuppen zeigen stark vorstehende, fast pyramidale Schilder mit einem meist centralen, von einem schwarzen Ringe umgebenen Nabel.[1]) Eine ebendaselbst vorkommende Form: P. s. hybrida Heer hat in der Jugend aufrechte Zapfen, die denen von P. mughus ähneln; Heer hält sie für einen Bastard von P. sylvestris und P. mughus.

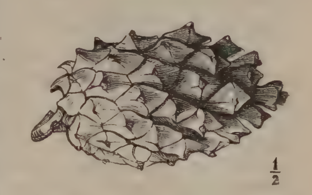


Fig. 358. Zapfen von Pinus sylvestris L.

Die Kiefer ist eine ausgesprochene Lichtpflanze. Ihre horizontale Verbreitung ist sehr groß; zuerst tritt sie in den Alpen Lappland's bei 70° n. Br. auf, und geht von da in südlicher Richtung über Norwegen und Schweden, Dänemark, Deutschland bis in die Schweiz, östlich durch Rußland bis zum Kaukasus und Ural, in Sibirien jedoch nur bis zum 62.° hinauf; westlich findet sie sich nur in den schottischen Hochgebirgen. Dabei steigt sie in Finmarken (bei 70° n. Br.) selten höher als 180—230 m, bei Christiania aber (60° n. Br.) schon bis zu 1000 m an, und erreicht daselbst ihre Grenze 870—800 m unter der Grenze des ewigen Schnee's, etwa 90 m über der Fichtengrenze; im nördlichen und mittleren Deutschland erhebt sie sich kaum über 650 m, im südlichen Deutschland steigt sie etwas höher, und kommt in den Alpen bis zu 1650 m und höher vor; in den bayerischen Alpen tritt sie in Beständen als schöner kräftiger Baum bis zu 1600 m und auf südlichen und südwestlichen Expositionen selbst bis zu 1750 m auf; in den Pyrenäen, dem Kaukasus und Ural soll sie zuweilen selbst 2000—2300 m hoch ansteigen. Ihr eigentlicher Standort sind aber stets die Niederungen, die größeren Gebirgsthäler und die welligen Vorberge. Sandiger, tiefgründiger, frischer, selbst mäßig feuchter Lehmboden sagt der Kiefer am meisten zu. Auf sehr unfruchtbarem Boden stirbt oft die Pfahlwurzel der Kiefer ab, die Seitenwurzeln laufen dann 12—15 m weit, der Stumpf verkient stark, und der Baum wird nur 30—40 Jahre

[1]) Sonnenseitig stark vorgezogene und gekrümmte Apophysen tragen bisweilen auch die Zapfen einzelner Baum-Individuen der gemeinen Kiefer.

alt. Das Holz ist zu Bau- und Nutzholz sehr brauchbar, durch lange Dauer und Spaltigkeit ausgezeichnet; insbesondere werden alte Kiefernstämme mit schmalen Jahresringen zu Mastbäumen geschätzt.[1]) Seine Brennkraft ist nach Alter, Standort und Stammtheil sehr verschieden und verhält sich im Allgemeinen zu der des Buchenholzes wie 85:100; jedoch steht altes harzreiches Kiefernholz in dieser Beziehung dem Buchenholze gar nicht nach. Ein Kubikmeter wiegt grün etwa 700 kg, lufttrocken 520 kg (nach Nördlinger). Das an Harz reiche Holz wird unter dem Namen „Kien" als Zündmaterial benutzt und namentlich das Stockholz zum Theerschwelen verwendet. Die Zweige sammt den Nadeln liefern ein vortreffliches Streumaterial. Die Rinde ist als Gerbmaterial weniger gut brauchbar, als die der Fichte. Die nordische „Brodkiefer", deren glatte Gipfelrinde in Nothlagen bisweilen zermahlen dem Brodmehl zugesetzt wird,[2]) ist P. sylvestris; ihre Innenrinde wird sogar als Leckerbissen genossen.

Parasiten: Der Kienzopf der Kiefer wird erzeugt durch Peridermium Pini corticola, der „Kiefernblasenrost", die Aecidienform des Rostpilzes Coleosporium senecionis auf Senecio-Arten. P. p. acicola an den Nadeln. Trametes Pini Fr., der Astschwamm, erzeugt die „Ringschäle". Caeoma pinitorquum bringt drahtförmige Windungen der Maitriebe hervor. Trametes radiciperda R. Htg., der „Kiefern-Dreher", wuchert an den Wurzeln und besonders am Wurzelhalse und verursacht plötzliches Absterben junger — bis 20jähriger — Kiefern. — Elaphomyces granulatus, die Hirschtrüffel, ruft vielgablige Theilungen der Wurzelspitzen hervor, welche den Fruchtkörper des Pilzes umfassen. Agaricus melleus (Armillaria mellea), der Hallimasch, erzeugt den Erdkrebs, das Wurzelsticken an der Stammbasis der Kiefer, dessen weißes Mycelium von der Wurzel aus als braune, harte Pilzstränge unter der Rinde (Rhizomorpha subcorticalis) und im Boden (Rhiz. subterranea) hinstreicht und die Erkrankung auf benachbarte Bäume überträgt. — Hysterium (Lophodermium) pinastri, die Ursache der „Schütte" (Prantl). Die nicht seltenen „Hexenbesen" der Kiefer werden verursacht durch Cladosporium entoxylinum und penicillioides (Hoffmann).

Pinus montana Mill., Bergkiefer, Krummholzkiefer. Nadeln sehr dicht stehend, dick und steif, meist aufwärts gekrümmt; von etwas längerer Lebensdauer, als die der gemeinen Kiefer. Wuchs oft strauchartig. Zapfen nicht oder sehr kurz gestielt, glänzend. Hauptsächlich nach der Verschiedenheit der Zapfen unterscheidet man folgende drei Varietäten, deren jede wiederum eine Anzahl Mittelformen umschließt.

a) P. m. uncinata (P. uncinata Ramd.), Hakenkiefer. Zapfen unsymmetrisch, etwas abwärts gerichtet oder horinzontal, ihre Apophysen an der Sonnenseite stärker entwickelt, an der Basis kapuzenförmig eingebogen (Fig. 359), bisweilen mit hakenförmigem Fortsatz. Sie erscheint meist baumförmig, mit aufrechtem Stamme, wird allerdings in der Regel nicht höher als 10—12 m, doch finden sich auf fruchtbarem Boden Stämme von 20 m Höhe (am Rande der Seefelder bei Reinerz in Schlesien, wo man 240 Jahre alte Stämme beobachtet hat). Sie liebt einen nassen, moorigen Standort und erhebt sich in den Bayrischen

---

[1]) In Bayern sind in dieser Beziehung vorzüglich die Kiefern des Hauptmoor-Waldes bei Bamberg gesucht, wo z. B. eine Kiefer von 220 Jahren und 39 m Höhe ½ m über dem Boden nur einen Durchmesser von ⅔ m zeigte.

[2]) Zu gleichem Zwecke dienen die Rinde von Ulmus montana Sm.; in China auch die Rinde, Blätter und Früchte von Ulmus chinensis Pers. und U. pumila Willd.; im Nordwesten von Nordamerika die innere Rinde von Tsuga canadensis, Pinus contorta Dougl. und Thuja gigantea Nutt.

Alpen nicht über 1100 m. Willkomm unterscheidet von dieser Varietät drei Untervarietäten:

1) rostrata Ant., deren Pyramide gleich oder doppelt so lang, als der Durchmesser der Apophysengrundfläche mit den Formen: α makrokarpa Willk. (Pyrenäen), β pendula Htg. (Spanien, Pyrenäen, Jura rc.), γ castanea Htg. (Walliser und Kärnthner Alpen rc.), δ versicolor Wk. (Alpen, Jura, Schwarzwald, Böhmer Wald, Erzgebirge).

2) rotundata Ant. Pyramide kürzer, als die Apophysengrundfläche. α pyramidata Htg. (Böhmer Wald), β gibba Wk. (Erzgebirge, Fichtelgebirge, Böhmer, Bayrischer, Schwarzwald, Bayern, Jura, Vogesen rc.); γ mughoides Wk. (Fichtelgebirge, Südböhmen, Schwarzwald, Bayerische Alpen).

3) pseudopumilio Wk. mit kleinen (bis 2,5 cm langen) Zapfen, deren Apophysen an der Lichtseite ein kaputzenförmig erhabenes oder dachförmig abgeflachtes Oberfeld besitzen. Eine Knieholzform, Uebergang zur folgenden Varietät (Erzgebirge, Südböhmen, Oberbayern).



Fig. 359. Zapfen von Pinus uncinata: a nat. Gr.; b desgl. im Längsschnitt.

b) P. m. Pumilio (Pinus Pumilio Haenke), Zwergkiefer, Krummholzkiefer, Knieholz, Legföhre. Zapfen gleichförmig gestaltet (Stiel centrisch), meist dunkelbraun, anfangs aufgerichtet, nach der Reife horizontal oder etwas abwärts geneigt (Fig. 352). Die Apophyse ungleichmäßig, der Nabel nicht in der Mitte der Pyramide. Von P. sylvestris auch dadurch unterschieden, daß die jungen Sprossen im Winter ganz stumpf sind (bei P. sylv. spitz) und die Rinde nicht so dick angeschwollen. Deckblätter der ♀ Blüthen aus den Fruchtschuppen hervorragend; letztere dunkel violettroth, auch noch am Schluß des ersten Jahres, wo sie bei P. sylvestris bereits grün sind. Die Deckblätter am Grunde der ♂ Blüthen, welche bei P. sylv. meist schon während der Blüthe abfliegen, oft zwei Jahre persistent (Fig. 249). Die Pflanze ist niederliegend, fast ohne Stammbildung, da der Höhenzuwachs oft nur 2—5 cm beträgt. Die Aeste streichen 3 m (nach Zschocke selbst bis 15 m) weit am Boden hin, schlagen Wurzel, und richten nur ihre Enden 1—2 m empor. Dadurch wird namentlich in den Alpen, wo diese Form oft weite Strecken überzieht, nicht selten ein nur mit großen Schwierigkeiten durchdringliches Dickicht gebildet. Selten nimmt sie, z. B. in botanischen Gärten, Baumform an, wird bis 20 u. m. Meter hoch, ohne im Uebrigen ihren Charakter zu verlieren. Die Wurzel schlägt sogleich unter der Oberfläche des Bodens eine horizontale Richtung ein und zertheilt sich meist in

mehrere gleich starke Aeste, die aber nur mit wenigen Wurzelfasern besetzt sind. Diese Form gehört zunächst den alpinen Regionen an; das Riesengebirge scheint die nördliche, die Karpathen die östliche, die Alpen die südliche, und der Jura und Schwarzwald die westliche Grenze ihrer horizontalen Verbreitung zu sein. Im Thüringer Walde findet sie sich isolirt auf dem Inselsberge. In den Alpen ist sie am häufigsten zwischen 1450 und 2000 m, steigt aber auch bis in die Thäler und Torfmoore herab, und einzeln fast bis zu 2300 m hinan. Sie hält auf ihrem natürlichen Standorte über 150 Jahre aus, aber selbst in diesem höheren Alter scheint eine Stammstärke von 16—21 cm das Maximum zu sein. Sie nimmt mit geringer Bodentiefe vorlieb, und scheint auch nicht sehr von der Bodenbeschaffenheit in Bezug auf die unorganischen Bestandtheile abhängig zu sein, fordert aber stets einen höheren Feuchtigkeitsgrad, so daß sie selbst auf nassem Boden noch freudig vegetirt. Das Holz ist wegen des langsamen Wuchses sehr dicht, und wird vorzüglich zu Drechslerarbeiten benützt, in neuerer Zeit auch mit Vortheil zur Leuchtgasbereitung. Ein Festmeter völlig lufttrockenen Holzes wiegt 676 kg.

Auch von der Varietät P. pumilio hat man drei Formen unterschieden: α gibba Wk. mit kapuzenförmigem Oberfeld der unteren Apophysen und eingedrücktem Nabel; β applanata Wk. mit dachförmig flachem und scharfgekieltem Oberfelde der unteren Apophysen und flachem oder erhabenem Nabel; γ die in Kärnthen auftretende Form echinata Wk. mit gewölbtem und zurückgekrümmtem Oberfelde der unteren und scharf quer gekielten mittleren und oberen Apophysen.

c) P. m. Mughus Scop., die Zwergkiefer. Die Apophysen des gleichförmig gebildeten, ei-kegelförmigen, sitzenden oder kurz gestielten, braunen, glänzenden Zapfens sind scharf quer gekielt, im unteren Drittel des Zapfens flach, gleichmäßig, so daß der meist gedornte Nabel in der Mitte der Pyramide steht. Sie kommt niederliegend, bisweilen baumförmig in den Alpen Krains, Kärnthens, Süd-Tyrols und Italiens vor.

P. Laricio Poir., die korsische Kiefer, von welcher sich P. nigricans Host. = P. austriaca Tratt., die Schwarzkiefer, nur durch dickere Nadeln unterscheidet, was kein Recht zu einer selbstständigen Art einräumen kann. Die Knospen sind eiförmig, in einen langen, schmalen, spitzen Schnabel zugeschweift; die silberweißen Schuppen derselben liegen an, und nur wenige stehen an ihrer Spitze etwas ab; die Blätter sind grün und meist sehr lang. Die Blüthen erscheinen Ende Mai, etwa 14 Tage später, als die der gemeinen Kiefer, und die männlichen Kätzchen sind 2,5 mm lang. Die jungen Zapfen stehen auf einem kurzen, geraden Stiele, erscheinen aber bei der Reife ganz stiellos. Die reifen Zapfen (Fig. 360) sind größer, als bei der gemeinen Kiefer (5—8 cm), und gelb-braun, mit glänzenden Apophysen. Die Samen (Fig. 346) sind bedeutend größer, als von der gemeinen Kiefer (5—6 mm), auf beiden Seiten neblig-grau mit einem hellbräunlich überlaufenen, glasartigen Flügel, welcher dreimal so lang ist, als der

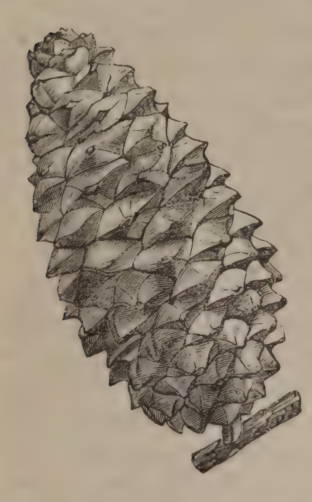


Fig. 360. Zapfen der Schwarzkiefer, Pinus austriaca Tratt.

Same. Sie trägt schon im 30sten Jahre keimfähigen Samen. Die keimende Pflanze hat viel Aehnlichkeit mit der der gemeinen Kiefer, aber ihre Samenlappen sind viel länger. Im Höhenwuchse bleibt die Schwarzkiefer hinter der gemeinen Kiefer zurück, desgleichen in der Dicke, indem die Stämme selbst alter Bäume nicht viel über $\frac{2}{3}$ m Durchmesser haben sollen; auch die Pfahlwurzel ist merklich kleiner. Die Rinde ist an jungen Stämmen glatt und grünbraun, bildet aber mit vorschreitendem Alter eine sehr dicke, tief aufgerissene, äußerlich schwarzgraue, braunfleckige Borke, welche sich bis zur Spitze des Stammes erstreckt, wodurch ein Schwarzkiefernbestand im Vergleich zu einem Bestande der gemeinen Kiefer ein dunkles, düsteres Ansehen erhält. Die Belaubung ist äußerst dicht. Schon in den ersten Jahren ist die Pfahlwurzel weniger entwickelt, als bei der Kiefer, desto mehr aber die stärkeren und weit ausstreichenden Seitenwurzeln; dies ist auch im höheren Alter der Fall, weshalb die Schwarzkiefer auch mit sehr flachgründigem, steinigem und kiesigem Boden vorlieb nimmt. Auch von dieser Kiefer giebt es eine Abart mit auf dem Boden hinstreichenden Stämmen und Aesten (Legföhre). Von den Varietäten mit dünnen Nadeln findet sich P. pyrenaica La Peyr. in Spanien, Korsika, Südrußland, P. cebennensis Gr. Godr. in den Cevennen. Die Verbreitung der Varietäten mit dickeren Nadeln, wozu die eigentliche Schwarzkiefer oder österreichische Kiefer, ist sehr beschränkt. Die Steyrischen Alpen, und überhaupt die östlichen Zweige des süddeutschen Alpenstocks, die beiden Donauufer im Banate, ein Theil Ungarns, die südlichen Gebirge Mährens, und die von Kroatien und Dalmatien sind es, in denen sich letztere bis zu einer Höhe von 1300 m, einzeln sogar noch höher, vorfindet; in der Umgegend von Wien (Wiener Wald) ist sie besonders häufig. Indessen wird sie jetzt auch hie und da in Deutschland cultivirt. Sie ist kalkhold, gedeiht auf Kalkboden unter den ungünstigsten Verhältnissen, selbst in bloßem Kalkgerölle, wenngleich hier strauchartig; ist aber keineswegs kalkstet, kommt z. B. im Forstgarten zu Tharand auf Thonsteinporphyr recht gut fort. Ihr Holz ist ausgezeichnet durch einen großen Harzreichthum, und soll an Brennkraft das der gemeinen Kiefer übertreffen. Ein Kubikmeter wiegt grün 939 kg, lufttrocken 758 kg und dürr 576 kg (nach Heß). Sehr ähnlich ist P. Poiretiana Endl. (P. Laricio Poir.), deren Rinde an den jungen Zweigen lichtbraun ist, und die sich von voriger auch darin unterscheidet, daß ihre Apophysen an den unteren Zapfenschuppen einen stumpferen Querkiel, als austriaca, besitzen. P. Pallasiana Lamb. mit fahlgelber Rinde der jungen Triebe, ist in der Krim und Kleinasien zu Hause.

P. Pinaster Lam. = P. maritima DC., die Seekiefer; Strandkiefer; Sternkiefer; Pin de Bordeaux. Die Knospenschuppen stehen von ihrer Mitte an von der Spindel ab, die unteren sind zurückgekrümmt, oder selbst zurückgerollt, und zwar sogleich von Anfang ihrer Bildung an; hat sich die Knospe entwickelt, so ist der junge Trieb von den langen und dicht gestellten Fransen der Schuppenblätter fast völlig eingehüllt. Die jungen Zapfen stehen quirlförmig auf ziemlich langen Stielen anfänglich aufrecht, dann aber etwas abwärts geneigt, jedoch nicht so, daß ihre Spitze nach der Erde gerichtet ist. Zur Zeit der Reife sind die

großen, prächtigen, braunen Zapfen (Fig. 361) ebenfalls noch deutlich gestielt und schief abwärts gerichtet. Der Nabel der rhombischen Pyramide glänzend, gedornt. Die Samen sind noch einmal so groß, als bei der vorigen, auf der einen Seite kohlschwarz, auf der anderen neblig-grau durch schwärzliche Fleckchen auf lichterem Grunde und haben einen großen, rußfarbigen Flügel. Die Nadeln sind 15—20 cm lang. Dieser schöne und stattliche Baum gedeiht auf dem armen, sandigen Boden am Meeresstrande des Mittel- und adriatischen Meeres und wird mit Ginster und Gourbet zur Befestigung der Dünen angesäet. Auf der großen Haide des Landes, an der Küste des südwestlichen Frankreichs bildet sie bedeutende Wälder, wenn sie nur in der Jugend vor dem Zahn des Weideviehes geschützt wird, und liefert große Mengen „französischen" Harzes.[1] Bei uns entwickeln sich häufig schon im Herbste die jungen Triebe, die dann im Winter leicht erfrieren.


Fig. 361. Zapfen von P. Pinaster Lam. (½ nat. Gr.).

P. halepensis Mill., Aleppo-Kiefer, ist ausgezeichnet durch ihre sehr feinen, freudig-grünen, 8—16 cm langen Nadeln, und durch kleine, eiförmige, spitze, jedoch nicht zugespitzte Knospen, deren Schuppen dicht anliegen. Die jungen Zapfen stehen auf einem Stiele, welcher wenigstens noch einmal so lang, als der Zapfen selbst, abwärts gerichtet und etwas gebogen ist. Der ausgebildete Zapfen ist kegelförmig, und hat ganz flache, glänzende Schilde am Ende der Schuppen; er steht auf einem langen, dicken Stiele mehr oder weniger wagrecht, oder etwas abwärts geneigt, und scheint erst im dritten Jahre zur Reife zu kommen. Von ihr unterscheidet sich P. maritima Lamb. nur durch etwas convexere Schilder der Zapfenschuppen. Sie wächst in ganz Süd-Europa bis Asien, namentlich in den Ländern, die an das Mittelmeer grenzen, und charakterisirt in Europa die Region des Oelbaumes.

P. brutia Tenore hat feine und dünne Blätter, welche etwas länger sind, als die der vorigen (10—18 cm), und die Zapfen haben keinen erkennbaren Stiel. Sie findet sich in Kalabrien.

6. Gruppe: **Pinea.** Samen flügellos.

P. Pinea L., die Pinie, zeichnet sich durch die schirmförmig abgerundete, flache Krone aus, hat übrigens viele Aehnlichkeit mit P. Pinaster Lam., von

[1] Schon im 5. Jahre beginnt die Strandkiefer die Bodenkräuter zu überwachsen. Schon im 10. bis 12. Jahre werden die zum vollen Umtriebe zu schonenden Bäume bestimmt, die übrigen successiv, bis zur vollständigen Erschöpfung, jährlich geschröpft, bis etwa zum 30. Jahre, wo sie gefällt werden. Behufs der Harzung macht man an dem entrindeten Fuße des Baumes, 13—14 cm über dem Boden, 15—20 cm hohe longitudinale Einschnitte („Carres"), an der stärksten Seite zuerst, wodurch die Stammform gerundeter wird. Das ausfließende Harz wird in Töpfen aufgefangen. Von Woche zu Woche werden die Einschnitte wiederholt, so daß der Schnitt am Schluß der Campagne bis 40 cm hoch und 12 cm breit ist. Alljährlich wird ein neuer Einschnitt gemacht.

welcher sie sich jedoch durch die 18—21 cm langen Blätter, sowie durch die sehr großen, glänzend-braunen Zapfen und die 10—13 mm langen Samen unterscheidet. Letztere besitzen eine harte, holzige, bräunlich-gelbe, mit einzelnen schwarzen Flecken versehene, violett-schwarz bestäubte Schale und einen sehr schmalen, oben schief abgestutzten, leicht abfallenden Flügel. In Südeuropa (Italien, Frankreich, Spanien, Griechenland). Die delicaten Samenkerne (Pignolien) werden wie Mandeln gegessen; ihr Harz dient in Griechenland zum Resiniren des Weines.[1])

2. Abies Lk. Tanne.

Die männlichen Blüthenkätzchen stehen auf der Unterseite der Zweige. Die Blätter sind nadelförmig, flach, stets vereinzelt, auf kurzem, cylindrischen Blattstiel, Blattkissen nicht herablaufend (Blattspur rundlich). Die Knospenschuppen sind anticipirte Blätter, von denen die untersten an der Basis des jungen Triebes stehen bleiben und verwelken, während die oberen, an ihren Rändern durch Harz verklebten, sich von der Axe ablösen, von dem sich entwickelnden Triebe in Form eines Mützchens in die Höhe gehoben, und endlich abgeworfen werden. Diese Schuppenansätze an der Basis eines jeden Triebes können daher zur Bestimmung des Alters benutzt werden. Der Fruchtstand bildet einen aufrechten Zapfen, dessen Fruchtschuppen an der Spitze nicht verdickt sind und bei der Reife mit den Deckschuppen abfallend die kahle Axe stehen lassen. Die Samen sind geflügelt, die Flügel lösen sich aber nicht ab.



Fig. 362. Zapfen von Abies pectinata Dec. (½ nat. Gr.).

A. pectinata Dec. (Pinus picea L.; P. abies Duroi), Edeltanne, Weißtanne. Die männlichen Blüthen erscheinen im Mai an der Unterseite der vorjährigen Zweige aus Blattachselknospen in kleinen ovalen Kätzchen von grünlich-gelber Farbe, an der Basis von braunen, schuppenförmigen Blättern, den Knospenschuppen, umgeben (Fig. 248). Die weiblichen Blüthen bemerkt man schon im August, hauptsächlich gegen den Gipfel des Baumes hin, längs der Oberseite des letzten Jahrestriebes als längliche, braune, aus Blattachselknospen sich entwickelnde Knöpfchen; zur Zeit der Blüthe im folgenden Mai stellen sie ein braun-

[1]) Der Thyrsusstab des Bacchus trug einen Pinienzapfen wegen der erwähnten Benutzung des Harzes und weil die delicaten nußartigen Samen als Beiessen zum Wein beliebt waren.

rothes längliches Zäpfchen dar (Fig. 248). Blüthendeckblätter stärker entwickelt als die Fruchtblätter. Die Zapfen (Kusteln) (Fig. 362) stehen auf kurzen Stielen aufrecht, da sie von den stärkeren Zweigen getragen werden, reifen im September oder October und sind zu ernten, sobald die ersten Schuppen aus einander treten. Die Nadeln (Querschnitt s. Fig. 72) sind dunkelgrün, glänzend, breit, an der Spitze ausgerandet, bei kräftigem Wuchs bisweilen zugespitzt (Fig. 4), unten mit 2 weißlichen, durch je 5—6 Reihen von Spaltöffnungen gebildeten Linien besetzt (Fig. 86; 88; 89), ordnen sich am Haupttriebe schraubenförmig, an älteren Zweigen, durch heliotropische Drehung der Blattstielbasis, kammförmig, und werden meist im 7. Jahre, bisweilen erst nach 10—12 Jahren abgeworfen (S. 217). Sie enthalten eine dem Mannit ähnliche Zuckerart (Abietit) $C_6 H_8 O_3$, außerdem Wachs und den Gerbstoff der Roßkastanie, $C_{13} H_{12} O_6$. Die jungen Triebe entwickeln sich Anfangs Mai. Freistehende Bäume tragen mitunter schon im 30. Jahre keimfähigen Samen, auf gutem Boden aber erst im 40.—50. Jahre, und im Schlusse erwachsene Bäume meist erst im 60. oder 70. Jahre. Die reifen Zapfen sind 12—18 cm lang, walzenförmig, braun, mit ganzrandigen Fruchtblättern und langen, schmalen, über die Fruchtblätter hervorragenden und an der Spitze zurückgebogenen Deckschuppen. Die Samen (Fig. 345) sind ziemlich groß, glänzend dunkelbraun, keilförmig-zugespitzt und platt, haben große, breit-dreieckige Flügel, die sich vom Samen nicht ablösen, und enthalten in ihrer Schale mehrere weite, mit einem aromatisch riechenden, flüchtigen Oele erfüllte Gänge, welche dem Samen der Fichte, Kiefer und Lärche fehlen; sie verderben sehr leicht, und nur bei sehr sorgfältiger Aufbewahrung behalten sie einige Jahre die Keimkraft. Die junge Pflanze erscheint zeitig im Frühjahre mit 4—8, vorherrschend 6 Samenlappen, welche sich von denen der Fichte durch ihre breitere und flachere Form, und bedeutendere Länge unterscheiden, und die 2 weiße Linien und Spaltöffnungen auf der Oberseite tragen, und bleiben Jahre lang grün. Selten wird die Weißtanne im ersten Jahre über 5 cm, im zweiten über 10 cm lang. Ueberhaupt ist ihr Höhenwuchs bis zum 5. Jahre sehr unbedeutend, während sich zugleich auch nur je ein oder zwei unverhältnißmäßig große Seitenästchen bilden. Im Schatten ist der Wuchs bis zum 6.—8. Jahre fast ausschließlich auf die Seitenäste beschränkt; von da an schiebt das Stämmchen merklicher in die Höhe, während sich die Seitenäste gleichzeitig mehren und die schöne regelmäßige Kronenbildung beginnt. Im 14.—15. Jahre hat die junge Weißtanne meist eine Höhe von $1\frac{1}{2}$—2 m, und treibt nun jährlich gewöhnlich einen $\frac{1}{3}$—$\frac{1}{2}$ m langen Höhentrieb, welcher erst nach dem 100. Jahre an Länge wieder abnimmt. Die Aeste stehen unter einem ziemlich spitzen Winkel von ihrer Axe ab, und zwar bilden am Stamme jährlich 2—5, selten mehr, Seitensprosse unterhalb des Gipfelsprosses einen Quirl, welcher stets den Beginn des Jahrestriebes andeutet. An den Aesten aber entwickeln sich an der Basis des jüngsten Triebes immer nur zwei gegenständige Seitenzweige, so daß man an der Zahl dieser Zweigpaare das Alter eines Tannenastes leicht und sicher ermitteln kann, wenn auch die Schuppenansätze längst verschwunden sind. Außerdem entwickeln sich aber noch hie und da längs der Haupt- und Seitenaxen

kleine einzeln stehende Zweige. Die Edeltanne wird bis 200 Jahre alt, und erreicht dabei eine Höhe von 45 m und eine Stammdicke von 1—1½ m Durchmesser. Als Seltenheit findet man 250—500jährige, bis 65 m hohe und 2—3 m dicke Stämme. Mit der Abnahme des Höhenwachsthums (gegen das 100. Jahr hin) wird die bis dahin kegelförmige Spitze der Krone mehr und mehr concav, bildet ein „Storchnest". Die Rinde der jungen Triebe ist grünlich-grau, rostfarbig behaart, später ist sie äußerlich weißgrau, etwas warzig, bleibt lange glatt, und reißt erst später schuppig auf. Die Bewurzelung ist stark-ästig, und dringt ziemlich tief in den Boden.[1]) Im ersten Jahre wird die Wurzel etwa ⅓ m lang und erzeugt drei Wurzelordnungen (Fig. 116). Die Weißtanne kommt in größerer Ausdehnung wohl nur im Schwarzwalde vor, wo sie noch bei 900 m über dem Meere gut gedeiht, am häufigsten jedoch zwischen 300 m und 800 m verbreitet ist. In den Alpen und Pyrenäen soll sie bis 1500 m ansteigen; in den bayrischen Alpen steigt sie als Baum bis 1380 m, als Strauch selbst bis zu 1700 m Höhe an. Für Deutschland kann ihre Verbreitung vom 47.—52. Breitengrade angenommen werden; am nördlichsten tritt sie im Oberharz, jedoch sehr beschränkt, auf; etwas häufiger, doch immer noch untergeordnet, im Thüringer Walde, von welchem der sogenannte fränkische Wald nur ein Ausläufer ist, und im Erzgebirge. Den niederrheinischen Gebirgen scheint sie fast ganz zu fehlen; dagegen ist sie ziemlich häufig im Riesengebirge, von welchem sie in nordöstlicher Richtung in die Ebenen Schlesiens hinabsteigt, und dort, größentheils in Untermengung mit der Fichte, selbst noch weit über das rechte Oderufer hinaus, gefunden wird. Sie gehört zu den Schatten ertragenden Holzarten; die junge Pflanze ist sehr empfindlich gegen Hitze und Dürre, dankbar für Seitenschatten, vermag dagegen viele Jahre im Drucke kümmerlich auszuharren; bei Lichtstellung einen hohen Aufschwung nehmend; doch ist so erwachsenes Holz oft kernschälig.

Die Weißtanne fordert einen ziemlich hohen Feuchtigkeitsgrad der Atmosphäre und eine gemäßigte Temperatur, und stimmt in dieser Beziehung am meisten mit der Rothbuche überein. Auch verlangt sie einen tiefgründigeren und humusreicheren Boden, als die Fichte. Die an Feldspath reichen Urgebirgsarten Granit und Gneis, ferner Thonschiefer, die Conglomerate mit thonigkalkigem Bindemittel, der zerklüftete thonreiche Muschelkalk, sowie Basalt, liefern den besten Weißtannenboden. Massige ältere und die jüngsten Kalksteinbildungen, Porphyre, Glimmerschiefer und Grauwacke sagen ihr nicht zu. Höhere Feuchtigkeitsgrade des Bodens sind ihrem Wuchse ebenso hinderlich, wie Trockenheit; sie läßt dann bald im Wuchse nach und wird früh faul. Das harzarme Holz (mit sehr sparsamen Harzgängen) ist zu Bauholz wohl geeignet, hat aber etwas geringere Dauer, als das der Fichte.[2])

[1]) Nach Göppert verwachsen Weiß- und Rothtannen häufig an ihren Wurzeln unter einander, dagegen findet eine Verwachsung mit der Kiefer nicht statt; wohl aber verwachsen wieder die Kiefern unter einander.

[2]) Die Schneidemüller unterscheiden zwei (wohl nur Standorts-) Formen der Weißtanne:

a) mit grobjährigen, ungleich gewachsenen Jahresringen und breiten Herbstholzschichten, die das Holz roth erscheinen lassen: „Wassertannen"; sie sind wenig geschätzt;

b) mit gleichjährigem, weißem, wenig splitterigem Holze: „Mehltannen"; sie werden dem Fichtenholze gleich geschätzt.

Die Markstrahlzellen führen nur einfache Tüpfel (Fig. 53). Vorzüglich geschätzt ist es aber wegen seiner Spaltbarkeit zu Werk- und Schnitznutzholz, insbesondere zu musikalischen Instrumenten; es ist weich, weiß, gerade- und langspaltig, sehr biegsam, schwindet stark, reißt, wirft sich aber nur wenig. Seine Brennkraft ist geringer, als die des Fichtenholzes, und verhält sich zu der des Buchenholzes wie 70 : 100. Ein Kubikmeter wiegt frisch etwa 1000 kg., lufttrocken 405—603 kg. (nach Chevandier-Wertheim). Die Hauptnebenbenutzung, welche die Weißtanne liefert, ist die des Terpentins, welcher sich in der Rinde in Höhlungen, oft von der Größe eines Hühnereies, sammelt, die äußerlich als Beulen erscheinen; er kommt in den Handel unter dem Namen Straßburger Terpentin.

A. Nordmanniana Spach. Diese durch ihre namentlich auf der Oberseite der Zweige zahlreichen Blätter (Fig. 363) und tiefe Beastung schöne Species, deren Heimath der Kaukasus, Kleinasien, hält im Klima Deutschlands wegen des späten Laubausbruchs recht gut aus. Die seitlichen Blätter bis 3 cm lang; die oberen etwas kürzer.

A. balsamea L., Balsamtanne. Aus Nordamerika, öfter in unseren Anlagen gezogen und durch einen feinen und wohl-



Fig. 363. Zweig von Ab. Nordmanniana Sp. (nat. Gr.).



Fig. 364. Zapfen von Ab. balsamea L. (½ nat. Gr.).

riechenden Terpentin ausgezeichnet, der unter dem Namen kanadischer Balsam in den Handel kommt. An den 6—8 cm langen, oft von Harz überzogenen Zapfen (Fig. 364) ragen nur im unteren Theile die Deckschuppen etwas vor. Blüht Ende Mai. Samenreife Ende September. Der Baum wird kaum 10 bis 16 m hoch.

A. Pinsapo Boiss. In Spanien und einigen Partien Afrika's bei Marocco. Bildet in den subalpinen Gebirgen Granada's große Wälder. Sehr ästiger Baum, 20—24 m hoch, Aeste horizontal; Blätter kurz (10—13 mm), in fast recht-

winkligen Reihen, nie an der Basis gedreht, beiderseits gleichfarbig, nicht ausgerandet, sehr spitz (Querschnitt Fig. 73). Zapfen grünlich-braun; Deckblätter zur Fruchtreife etwas breiter als lang, nicht hervortretend. Samenflügel fast transparent.

3. Tsuga Carr.

Die ♂ Blüthen in end- oder achselständigen Kätzchen; ♀ in Zapfen. Letztere hangend, mit lederartigen Schuppen, welche bei der Reife nicht abfallen. Samen geflügelt. Blätter flach.

Tsuga canadensis Carr. (Pinus canad. L., Abies canad. Mich.), Hemlock-Spruce, Schierlingstanne (Fig. 157). Wird ihrer Schönheit halber häufig in Parks und Anlagen angepflanzt, bildet in Nordamerika große Wälder. Ihre kaum 2½ cm langen Zapfen entwickeln sich aus den Terminalknospen der vorjährigen Triebe, fallen spät nach der Reife ganz ab; die jüngeren Zweige ruthenförmig herabhangend. Samen mit Harzbuckeln; der Flügel erfährt oberhalb des Samen eine starke Rückbiegung (Fig. 350b).



Fig. 365. Zapfen von Pseudotsuga Douglasii (½ nat. Gr.).



Fig. 366. Laubzweig von Pseudotsuga Douglasii.

Nadeln 1—2 mm breit, 1—2½ cm lang, schmal-eiförmig, am Rande feingesägt, mit einem Harzgange (Fig. 68). Das Holz ist im Bau der Markstrahlen dem Fichten- und Lärchenholze ähnlich, in den sehr sparsam vorhandenen Harzgängen an Abies anschließend. Die Rinde wird als Gerbmaterial benutzt.

Pseudotsuga Douglasii (Tsuga Douglasii Carr., Abies Douglasii

Lindl., Pinus Dougl. Lamb.), die Douglas-Tanne. Nordwest-Amerika. Zapfen 5—7 cm lang, hangend, unverletzt abfallend. Deckblätter der Zapfen dreispitzig vorragend (Fig. 365). Samen mit langem, abgerundetem Flügel. Blätter flach, 3—4 cm lang (Fig. 366), mit 2 Harzgängen (Fig. 75). Holzzellen durch eigenthümliche schräge Streifungen ausgezeichnet. Als Zierbaum häufig angepflanzt; wurde neuerdings auch als Nutzholz lebhaft empfohlen.

5. Picea Lk., Fichte.

Blätter einzeln, linealisch, Querschnitt vierkantig (Fig. 71); Blattkissen herablaufend (Fig. 169). ♂ Kätzchen gestielt (Fig. 243), nahe dem Ende der Zweige. Schuppen mit 2fächerigem, der Länge nach aufspringendem Staubbeutel (Fig. 259; 262). ♀ Kätzchen terminal, aufrecht. Zapfen lang, walzenförmig, hangend, mit lederartigen Schuppen ohne Apophyse, nach der Samenreife ganz abfallend. Samen mit geradem, länglich ovalem, dünnem Flügel (Fig. 231). Von Pinus auch unterschieden durch längere und feinere Prosenchymzellen und durch den Bau der Markstrahlen (Fig. 51).

Picea vulgaris Lk. (Pinus Abies L., Abies excelsa Lam., Pinus picea du Roi), Rothtanne, Fichte. — Die ♂ Blüthenkätzchen erscheinen Ende Mai oder Anfangs Juni aus Blattachselknospen der vorjährigen Triebe und sind am Grunde von den braunen Knospenschuppen umgeben. Die ♀ Blüthenzäpfchen entwickeln sich aus Endknospen, oder diesen zunächst stehenden Seitenknospen der vorjährigen Triebe, und sind schon im Herbste als kleine roth- oder gelb-schuppige Zäpfchen zu erkennen; die Fruchtblätter sind roth, seltener gelblich-weiß, und die Deckblätter verschwinden bald. Die Zapfen hangen, da sie immer nur an der Spitze der Zweige stehen, vermöge ihres Gewichtes abwärts, reifen im October desselben Jahres, und der Same fliegt theils sofort, theils im Frühjahre ab, während die Zapfenschuppen sich nicht von der Spindel trennen. Die Nadeln sind lichtgrün, prismatisch, fast vierkantig, mit glatten Rändern, stachelspitzig; einzelne bleiben bis zum 7. Jahre stehen. Die jungen Triebe entwickeln sich Anfangs Mai. Unverkümmerte Pflanzen tragen gewöhnlich erst im 50. Jahre keimfähigen Samen, im Schlusse, auf kräftigem Boden und in rauhem Klima erwachsene gewöhnlich erst im 70.—80. Jahre. Uebrigens trägt die Fichte meist nur alle 5—6 Jahre reichlich Samen, was wohl darin seinen Grund hat, daß die Fichte nicht, wie die Tanne, nur im Gipfel, sondern in einem guten Blüthenjahre von der Spitze bis fast zu den tiefsten Aesten herab Zapfen trägt, und daher in einem solchen Jahre die Menge der Zapfen dem Baume zu viele Nahrung entzieht. Als Zeichen eines künftigen Samenjahres werden vielfach die sogenannten Absprünge betrachtet, worunter man die im Frühling oft zahlreich unter den Bäumen liegenden jungen Seitenzweige versteht; dieselben sind von Eichhörnchen abgebissen, welche die Knospen ausfressen. Die walzenförmigen, meist 12—18 cm langen, braunen Zapfen sind aus am Rande ausgebissen-gezähnelten, übrigens in der Form ungemein variirenden Fruchtblättern gebildet, bleiben oft noch bis zum

zweiten Herbst am Baume. Die kleinen Samen[1]) sind länglich-eirund, zugespitzt, die größte Breite in der oberen Hälfte, dunkel-rostbraun mit rothgelben, dünnen Flügeln. Die junge Pflanze erscheint 4—5 Wochen nach der Aussaat im Frühjahre mit 6—10, vorherrschend 7—9 quirlständigen, kurzen, prismatischen, hellgrünen, an den Rändern sägezähnigen Samenlappen, welche schon im ersten Jahre vertrocknen. Die Blätter an dem zwischen den Samenlappen hervorbrechenden ersten Jahrestriebe sind gleichfalls sägezähnig und stehen vierzeilig. Selten wird das Stämmchen im ersten Jahre höher als 5—8 cm, und entwickelt dicht über dem ersten Blattquirl 2—3 fast verschwindend kurze Seitenästchen. Dagegen dringt die Pfahlwurzel schon im ersten Jahre bis 3 Decimeter tief in den Boden ein (Fig. 116), nimmt aber, namentlich bei geschlossen stehenden Pflanzen, sehr bald an Dicke ab, so daß sie von den weithin sich ausbreitenden Seitenwurzeln überholt wird. Letztere verlaufen ziemlich flach im Boden und bilden später vorherrschend die Bewurzelung. Unter günstigen Umständen erreicht die Fichte bis zum 5. Jahre eine Höhe von 25—30 cm; erst gegen das 10.—15. Jahr hin nimmt der Höhenwuchs merklich zu, und erreicht mit dem 40. bis 50. Jahr allen anderen Nadelhölzern überlegene Größen. Auf gutem Boden hält der Wuchs der Fichte bis zum 120. Jahre ziemlich gleichmäßig aus, von da ab stellen sich die Bestände lichter, indem die meisten Stämme zwischen 150 und 200 Jahren absterben, und nur einzelne von Jugend auf begünstigte Stämme sich über 200 Jahre wüchsig, und mitunter 300 Jahre und länger vollkommen gesund erhalten; dabei erreicht die Fichte eine Höhe von 35—50 m und einen Stammdurchmesser von 1—1½ m. Die Aeste bilden am Stamme Quirle, stehen aber fast unter einem rechten Winkel von demselben ab. Unterhalb ihrer Endknospe entwickeln sich in der Regel, wie bei der Weißtanne, nur zwei gegenständige Triebe. Die Fichte ist aber nicht, wie die Kiefer und meist auch die Weißtanne, auf diese Zweigbildung unterhalb der Endknospen beschränkt, sondern sie bildet noch viele andere Seitenzweige (Fig. 169), weshalb sie auch ungleich mehr beastet und bezweigt ist, wogegen ihr aber die große Regelmäßigkeit der Astbildung mangelt. Ihr Höhenwuchs überwiegt die Seitenäste, so lange sie überhaupt kräftig vegetirt, daher bleibt ihre Krone immer kegelförmig. Im geschlossenen Bestande erwächst sie schlank, gerade, walzig, vollwüchsig (gutes Bauholz), mit sehr kleiner, pyramidaler Krone. Isolirt wird die Krone bedeutender, der Stamm abholziger und reinigt sich weniger von den lang herabhangenden Aesten. Die Mannbarkeit erreicht die Fichte im Schluß, auf kräftigem Boden und in rauhem Klima gewöhnlich erst mit 70—80 Jahren. Durchforstung beschleunigt die Fruchtbildung, desgleichen Kränklichkeit, Verpflanzung ꝛc. Die Rinde ist in der Jugend rothgelb und runzelig, später röthlich-braun, löst sich in kleinschuppigen Blättern ab, bildet aber keine dicke Borke. Die Fichte ist eine Schattenpflanze, sie inclinirt zur Bildung geschlossener, reiner Bestände, und ist sehr weit verbreitet. An der Westküste Nor-

---

[1]) Ein Fichtensame wiegt im Durchschnitt etwa 6,883 mg, und ein Kilo enthält 115,000 bis 220,000 (im Mittel ca. 150,000) Samen.

wegens geht die Fichte bis zum 67.° n. Br., in Ost-Finmarken bis zum 69.° 30′ n. Br., bildet jedoch über $66^1/_2$° keinen eigentlichen Wald mehr, und erhebt sich daselbst in den Nordlanden kaum höher, als 240 m, bei Throndhjem bis 480 m und in dem südlichen Theil des Landes bis zu 800—870 m Höhe. Ihre Grenze liegt hier im Allgemeinen etwa 800 m unterhalb der Schneegrenze. In den nord- und mitteldeutschen Gebirgen, im Harz, Thüringerwalde, dem Fichtelgebirge kommt sie noch bis zu 900 m fort, im Riesengebirge bis 1100 m, im Schwarzwalde und den Karpathen bis 1350 m, und in den Alpen bildet sie noch bis zu 1000—1500 m geschlossene Bestände; gruppenweise und einzeln findet man sie noch bis 1650 m, und in sehr geschützten Lagen sogar bis zu 1800 m. In diesen Höhen erreicht der Stamm aber nur noch eine Höhe von 16—20 m, ist konisch gewachsen, und die gedrängt stehenden Aeste hangen stark abwärts; solche Stämme zeigen zuweilen ein Alter von 300—500 Jahren. Auch auf dem höchsten Berge des Fichtelgebirges, dem 3250′ hohen Schneeberge, erscheint sie nur noch als Krüppel, indem sie bei einem Alter von 100 und mehr Jahren kaum einen Durchmesser von einigen Centimetern und eine Höhe von 2—3 m erreicht; ihre dem Boden nahen Aeste, durch Schnee bis zu demselben herabgedrückt, werden dann von einer Moosdecke überzogen, aus welcher die Spitze des Astes hervorragt, schlagen Wurzeln, und bilden auf diese Weise natürliche Absenker, welche Erscheinung indessen auch in der Ebene, und selbst in Norwegen[1]) bei kräftigem Wuchse im freien Stande nicht selten auftritt. In Norddeutschland, vom rechten Oderufer abwärts, wird die Fichte ein Baum der Ebene, im Inneren Deutschlands zieht sie sich mehr in die Gebirge zurück. Gegen Hitze und Trockenheit ist sie in hohem Grade, dagegen fast gar nicht gegen Kälte und hohe Feuchtigkeitsgrade der Luft empfindlich, leidet auch weniger vom Schneebruch, als die Kiefer. In günstigem Klima ist die Fichte weniger vom Boden abhängig, als die meisten übrigen Holzarten; sie bedarf eine nur geringe Bodentiefe, wenn sie nur mit den Wurzeln in die Klüfte und Spalten des unterliegenden Gesteines eindringen kann. Den kräftigsten Wuchs entwickelt die Fichte auf Granit-, Gneis-, Glimmerschiefer- und Syenitboden, ferner auf Grünstein und Grauwacke; Thonschiefer und Basalt sagen ihr zwar auch sehr zu, jedoch nicht in dem Grade, wie den harten Laubhölzern; weniger zuträglich sind ihr Kalk- und Sandsteinboden. Auf sehr consistenten Bodenarten, sowie auf feuchtem, fruchtbarem Sandboden wird sie frühzeitig rothfaul, so daß solche Bestände kein hohes Alter erreichen. Wegen der seichten Bewurzelung wird die Fichte, namentlich, wenn sie im Schlusse erwachsen und dann frei gestellt wird, leicht vom Winde geworfen. Das Holz ist sehr geeignet zu Bauholz, übertrifft aber an Dauer unter den Nadelhölzern nur das der Tanne; dagegen besitzt es große Elasticität und geringe Neigung zum Reißen und Werfen; es ist weiß oder gelblich. Seine Brennkraft verhält sich zu der des Buchenholzes wie 79 : 100. Ein Kubikmeter wiegt grün i. M. 735 kg, lufttrocken 475 kg (Karmarsch). Die Rinde wird zum Gerben benutzt; die Zweige liefern Streumaterial. Die wich-

[1]) Vgl. C. F. Schübeler: Die Pflanzenwelt Norwegens. 1875. 159.

tigste Nebenbenutzung, welche die Fichte liefert, ist das Harz, aus welchem das Pech gesotten wird.

Die gemeine Fichte, Picea vulgaris Lk., ist eine außerordentlich formenreiche Pflanzenart. Man unterscheidet eine Form erythrokarpa mit kleinschuppigen, rothen, und eine Form chlorokarpa mit großschuppigen, grünen Zapfen. Wiewohl nun gewiß ist, daß man bisweilen rothe und grüne Zapfen auf einem Baume beobachtet,[1]) giebt doch Purkyne auch Unterschiede in den Blüthen beider Formen an. Von praktischer Bedeutung ist auch das häufig zu beobachtende Auftreten einer „Schwarzfichte" genannten Form, mit dunklen, grünen Nadeln, straffen Aesten, dunklerem und festerem Holze, welche 8—14 Tage später ihre Winterknospen eröffnet, als die sogen. „Weißfichte"[2]) mit lichtgrüner Belaubung, schlafferen Aesten und weicherem, weißem Holze. Die Größe der Fichtenzapfen variirt von 8—23 cm, und die Form der Zapfenschuppen bietet sich bald vollkommen abgerundet ganzrandig, wie bei P. Khutrow Carr. (P. Morinda Hort.), bald zugespitzt in einem spitzen Winkel endend, mit zahlreichen Uebergangsformen dar.[3]) Auch die sibirische P. obovata Ledeb. rechnet Th. Teplouchow zu den klimatischen Formen der gemeinen Fichte.[4])

Eine eigenthümliche Abform der gemeinen Fichte ist die Schlangenfichte. P. vulg. var. viminalis Auct., deren Aeste fast keine Seitenaxen bildend nur ihre Gipfelknospen, sowie die Schwedische Hängefichte, welche wenigstens zahlreiche, stark herabhangende Zweige dritter Ordnung erzeugt.

Parasiten: An der Wurzel: Agaricus melleus und Trametes radiciperda (der Wurzelschwamm). Am Stamm: Trametes Pini (der Astschwamm, die Ringschale) und Tr. radiciperda, Xenodochus ligniperda (Rhynchomyces violacea) und Nectria Cucurbitula Fr. (der Fichtenrindenpilz). An den diesjährigen Blättern: Chrysomyxa abietis (Gelbfleckigkeit); an den vorjährigen: Hypoderma (Hysterium) makrosporum Dec. (Nadelröthe). An den Zapfen: Aecidium strobilinum Rss. und Aec. conorum Piceae Rss.

Picea alba Link., P. rubra Lk. und P. nigra Lk. sind aus Nordamerika eingeführte Parkbäume. P. alba, ein schöner Baum von höchstens 20 m Höhe, hat kurzzugespitzte, an allen 4 Flächen mit einem von 4—6 weißlichen Spalt-

---

[1]) Vgl. F. Nobbe, Tharander forstl. Jahrb. 1876.

[2]) Im Oberbayerischen und Schwäbischen Hochgebirge, desgleichen in Steiermark, unterscheiden die Holzarbeiter von der gemeinen Fichte eine sogenannte Weißfichte oder Haselfichte, deren Holz viel weißer ist, als das der gemeinen Fichte, indem die braunen Herbstholzschichten der einzelnen Jahresringe sehr schmal, die weißen Frühlingsholzschichten dagegen durchgehends breiter sind; außerdem zeigt dasselbe auch auf dem Radialschnitte ein eigenthümlich geflammtes Ansehen, was davon herrührt, daß der Holzkörper an seinem Umfange hie und da, und in verschiedenem Alter kürzere oder längere Längsrisse bekommt, in welche sich sowohl die Rinde, als die folgenden Jahresringe hineinlegen, so daß diese dadurch einen etwas wellenförmigen Verlauf bekommen. Aeußerlich sind derartige, für die Verfertigung musikalischer Instrumente geschätzte Stämme von denen der gewöhnlichen Fichte nicht zu unterscheiden, und die Leute erkennen sie nur, indem sie dieselben anreißen. Man findet solche Stämme nur zwischen 900 und 1200 m Meereshöhe, meist auf Felsen, in der Regel einzeln, zuweilen in kleinen Horsten. Die genannten Eigenthümlichkeiten des Holzes haben wohl nur in gewissen klimatischen und Standorts-Verhältnissen ihren Grund, obwohl man inmitten solcher Stämme bisweilen einen im Holzbau nicht abweichenden Stamm antrifft.

[3]) Die botanische Sammlung der Forstakademie zu Tharand besitzt eine Collection von 20 derartigen Uebergangsbildungen an Fichtenzapfen von Norwegen, Geschenk des Herrn Prof. C. F. Schübeler in Christiania.

[4]) Bull. d. l. sociéte impériale des naturalistes de Moscou. 41. 2. 244.

öffnungsreihen gebildeten Streifen durchzogene Nadeln. Die zierlichen Zapfen sind nur 4—6 cm lang, mit ovalen, ganzrandig abgerundeten, glänzenden Schuppen (Fig. 231), die sehr kleinen Samen rothgelb mit sehr dünnem, kleinen Flügel. Die jungen (lichtgelben, glänzenden) Zweige gerieben von widerwärtigem Geruch. Sie kommt in ihrer Heimath nur eingesprengt vor unter P. nigra. Letztere wird 20—25 m hoch, ihre kurzen und kurzzugespitzten Blätter oft etwas gegen den Zweig zu gekrümmt. Zapfen nur 2,5 cm lang, 1,5 cm breit, eiförmig abgestutzt, nach der Spitze zu etwas verdickt (Fig. 348). Die jungen Triebe schwarz, rauhhaarig. Das Holz ist weiß, wie bei P. alba und vulgaris. In Nord-Amerika die herrschende Fichtenart, ausgezeichnet zum Schiffsbau. Die jungen Sprossen als Zusatz zum Bier verwendet (Spruce-Pine, Spruce-beer) sollen antiskorbutisch wirken. P. rubra Lk. mit röthlichem Holze, der vorigen ähnlich, mit weniger haarigen Zweigen. Zapfen 4—5 cm lang. P. orientalis in Kleinasien ist durch sehr kurze (4—8 mm lange) Nadeln und 5—8 cm lange dünne Zapfen ausgezeichnet.

6. Larix Lk., Lärche.

Blätter flach, zahlreich — bis 30 — an Kurztrieben (Fig. 220 α), nur am jüngsten Jahrestriebe einzelständig (Fig. 220 b), weich, sommergrün. Blüthen monöcisch (XXI, 6). ♂ Kätzchen auf sehr kurzen blattlosen Brachyblasten (S. 230); Staubbeutel 2fächrig, longitudinal aufplatzend. ♀ Kätzchen an der Spitze belaubter Kurztriebe. Die schön roth gefärbten, geigenförmigen Deckblätter (Fig. 220 g) übertreffen anfangs das Fruchtblatt an Länge, bleiben jedoch im Wachsthum zurück, so daß die reifen Zapfen mit abgerundeten Schuppen erscheinen. Einzelne Kurztriebe (und selbst ♀ Zapfen [Fig. 220; 224]) erstrecken sich späterhin — namentlich als „Johannistriebe" — zu Längstrieben mit einzeln stehenden Nadeln.

Larix europaea Dec. (Pinus Larix L.), die Weißlärche. Männliche und weibliche Blüthenkätzchen erscheinen gleichzeitig mit den Blättern im April aus Knospen, welche vor der Blüthe von den Laubknospen kaum zu unterscheiden sind. Die schön roth gefärbten weiblichen Zäpfchen wachsen aus der Mitte eines Blattbüschels hervor. Die Zapfen sind 2,5—4 cm lang, eiförmig, zugespitzt, aufrecht oder horizontal, mit stumpfen Schuppen. Sie reifen im October desselben Jahres, bleiben aber den Winter über geschlossen, so daß der Same erst im Frühjahre abfliegt, während die leeren Zapfen oft noch 3—4 Jahre am Baume hangen bleiben. Der Same ist klein, fast dreieckig, gelblich-braun, etwas marmorirt, mit gelbem Flügel; er erhält sich gut aufbewahrt 3—4 Jahre keimfähig. Im freien Stande trägt die Lärche sehr früh Früchte, jedoch ist der Same aus Zapfen von Pflanzen, die jünger als 15 Jahre sind, meist taub. Die junge Pflanze erscheint 3—4 Wochen nach der Saat mit einem roth angelaufenen Stämmchen, und 5—7, am häufigsten 6 quirlständigen, nadelförmigen Samenlappen, welche mit den Blättern abfallen; die Samenlappen, sowie die darauf folgenden Blätter sind schmal, platt, kurz zugespitzt, an den Rändern ungezähnt und bläulich-grün. Im

Herbste bilden sich in einigen Blattachseln sowohl, als am Gipfel des Zweiges dicke Knospen, aus welchen im kommenden Jahre schon Mitte April beblätterte Kurztriebe in Form blattreicher Nadelbüschel hervortreten. An der Spitze dieser Kurztriebe wiederholt sich die Bildung eben solcher verkürzter und reichbelaubter Triebe regelmäßig 5—10 Jahre, ausnahmsweise 20—30 Jahre lang. Die an älteren Zweigen sitzenden Kurztriebe, deren Basis allmählig überwallt wird, und deren Jahrestriebe durch ringförmige Wulste kenntlich werden, überschreiten selten die Gesammtlänge eines Centimeters. Hieraus erklärt sich die bedeutende Laubproduction der Lärche, und aus letzterer wieder der außergewöhnliche Zuwachs derselben. Gleichwohl ist das Beschattungsvermögen der Lärche geringer, als das der übrigen Nadelhölzer, und nächst der Birke vielleicht die wenigst schattende Holzart. Für gewisse Zwecke (Triften, Hutungen, Waldwege) empfiehlt dies den Anbau. Später hört die weitere Laubbildung dieser Kurztriebe auf; nach und nach von der Rinde völlig überwachsen, sterben ihre Gipfelknospen nicht ab, sondern erhalten sich als „schlafende Augen“ lebendig, um nach Verstümmelungen des Baumes unter günstigen Umständen selbst noch an ganz alten Stammtheilen Stockausschlag zu erzeugen. An alten Stämmen wächst der letztere jedoch stets kümmerlich und vermag nie den zerstörten Längstrieb zu ersetzen, wie dies an jüngeren Stämmen der Fall ist. Einige solcher verkürzten Seitentriebe, regelmäßig aber die Gipfeltriebe, entwickeln in der letzten Hälfte des Mai aus ihrer Mitte gewöhnliche, mit einzeln stehenden Nadeln versehene Längstriebe, durch welche das Längswachsthum der Pflanze in Stamm und Aesten vermittelt wird. Da die Entwicklung dieser zarten Triebe erst im Mai erfolgt, die Kurztriebe aber fast ganz von Knospenschuppen umschlossen sind, so erklärt sich hieraus die Unempfindlichkeit der Lärche gegen Spätfröste. Zuweilen entwickeln sich die Knospen der im Mai entstandenen Längstriebe gegen den Herbst hin noch einmal zu Trieben mit einzeln stehenden Nadeln. Schon in frühester Zeit wächst die Lärche außerordentlich rasch, indem das Stämmchen unter günstigen Umständen schon im ersten Jahre eine Länge von 10—12 cm erreicht, während die Pfahlwurzel 20—25 cm tief senkrecht recht in den Boden dringt, und unter der Oberfläche desselben eine Menge feiner Thau- und Faserwurzeln entwickelt. In späteren Jahren zeigt die Lärche keine eigentliche Pfahlwurzel mehr, dagegen dringen mehrere starke Seitenwurzeln schräg in den Boden, von welchen zahlreiche, aber schwache, in dem Boden sich verbreitende Aeste auslaufen. Im dritten Jahre ist der Baum zuweilen schon 2 m hoch, und erreicht überhaupt eine Höhe von 30—36 m und einen Stammdurchmesser von 1 m und darüber, wird aber in Beständen nur selten älter, als 80 Jahre. Sie bildet eine schön-pyramidale Krone; der Stamm reinigt sich selbst im lichten Stande 6—9 m hoch, was sie als Oberholz in Mittelwaldungen empfiehlt. Die alte Rinde ist graubraun, namentlich nach unten stark aufgerissen, und löst sich in schuppigen Blättern ab; die Rinde jüngerer Zweige ist ledergelb mit unregelmäßigen, vertieften, grünen oder grauen Längsstreifen, welche dadurch entstehen, daß unter jeder Blattnarbe eine warzenförmige Erhöhung sich bildet, von welcher aus eine erhabene gelbe Leiste abwärts läuft, und sich zwischen den

folgenden gleichartigen Leisten verliert. Der vertiefte Grund zwischen diesen Leisten ist grün oder graugrün.

Die Heimath der Weißlärche sind die Alpen in 1200—1500 m Höhe, die Karpathen, die Schwedischen Gebirge. In größter Verbreitung und in zusammenhängenden großen Beständen findet sich die Lärche auch im nördlichen Rußland jenseit des Ural. Südlicher und westlicher findet sich die Lärche auf natürlichem Standorte nur noch in den Karpathen, in den Alpen Deutschlands und der Schweiz, und in der Dauphiné größtentheils in Untermengung mit anderen Nadelhölzern, am häufigsten mit Fichten, seltener mit Tannen und Zirbeln gemengt, hier und da wohl auch in reinen Beständen von geringer Ausdehnung. In den Karpathen steigt sie mit der Weißtanne bis zu 1300 m an; in den Alpen tritt sie am häufigsten zwischen 900 und 1600 m auf, geht aber auch bis in die tiefsten Thäler herab, und steigt in einzelnen Exemplaren bis zu 1800 m, in der Schweiz bei südlicher Exposition selbst bis zu 2200 m auf. Außerdem ist vor einigen Decennien die Lärche fast überall in Deutschland künstlich angebaut worden, und zwar im südlichen und mittleren Deutschland fast nur in Gebirgen und Vorbergen, im nordwestlichen auch in der Ebene mit der Kiefer. Die Verheerungen des Lärchenkrebs (Peziza Willkommii Rss.) haben jedoch die Fortsetzung dieses Anbaues vielfach beeinträchtigt. Die Lärche gehört zu den lichtbedürftigen, einen heiteren, klaren Himmel liebenden Pflanzen; hohe Feuchtigkeitsgrade sind ihr nicht günstig, weshalb sie mehr für Hochebenen und Einhänge, als für Tiefen und Thäler geeignet ist. Sie bevorzugt ferner Kalkboden, und erlangt daher auch auf Buchenboden und in Untermengung mit der Rothbuche einen ausgezeichneten Wuchs; nächstdem sagt ihr der Thonschiefer und thonige Sandstein, der Grauwacken- und Thonschiefer und der Grünstein besonders zu. Nasser, und ebenso sehr trockener oder stark bindender Boden sind der Lärche unter keinem Verhältnisse zuträglich. Das Lärchenholz ist reich an Harzgängen, die ersten Jahresringe sind sehr breit, die Jahresringe scharf abgesetzt. Im Bau der Markstrahlen (Fig. 52) ist es dem Fichtenholze sehr ähnlich — bis auf den Mangel der zackigen Spitzen einzelner Hoftüpfel (S. 88). Als Bauholz übertrifft das Lärchenholz alle übrigen Nadelhölzer an Güte, und seine Dauer im Wasser soll der des Eichenholzes gleichkommen.[1]) Wegen seines starken Geruches soll es nicht leicht von Holzkäfern angegriffen werden; auch entzündet es sich minder leicht, als die übrigen Nadelhölzer, pflanzt die Flamme nicht so rasch fort, und erlischt leichter. Seine Brennkraft verhält sich zu der des Buchenholzes wie 80 : 100; beim Verbrennen prasselt und knistert es aber heftig, welche unangenehme Eigenschaft selbst auf die Kohlen übergeht. Ein Kubikmeter wiegt grün i. M. 760 kg, lufttrocken 620 kg (Karmarsch). Außerdem liefert die Lärche einen gelblichen, klaren, aromatisch riechenden Terpentin, welcher unter dem Namen venetianischer Terpentin in den Handel kommt, und aus welchem durch Destillation das französische Terpentinöl gewonnen wird.

[1]) Lärchen mit rothem Holze im Innern, welches besonders dauerhaft ist, und um so mehr hervortritt, je langsamer das Wachsthum ist, werden in einigen Gegenden Steinlärchen genannt.

Die Rinde liefert ein besseres Gerbmaterial, als die der Fichte. Aus der Rinde schwitzt eine gummiartige Substanz, welche in Rußland unter dem Namen Orenburger Gummi häufig wie arabisches Gummi gebraucht wird; insbesondere sollen faule Stämme oder solche, welche von außen stark angebrannt wurden, diese Substanz statt des Harzes auch im Holze enthalten.

L. mikrokarpa Forbes (L. americana Michx.) aus Nordamerika, von Canada bis Virginien, ist der vorigen sehr ähnlich, hat aber kleinere, länglich-runde Zapfen, 15—20 mm lang, mit nur wenigen, glänzenden Fruchtblättern, liefert ein vorzügliches Holz.

Larix sibirica Ledeb., die sibirische Lärche, in Sibirien und auf dem Altai, erreicht unter allen Nadelhölzern die größte Polhöhe: 72° 30′ n. Br. Ihre Zapfen sind kleiner, als die der gemeinen Lärche, die Zapfenschuppen abgerundet, am Rande zurückgekrümmt.

L. dahurica Turczaninow. Im arktischen Sibirien und Dahurien. Zapfenschuppen am Gipfel ausgerandet; Zapfen etwa 2 cm lang. Blätter unterseits mit zwei weißlichen Streifen.

7. Cedrus Lk., Ceder.

Von Larix hauptsächlich durch ausdauernde Blätter und zwei-, fast dreijährige Fruchtreife unterschieden. Junge Triebe behaart durch Ausstülpung von Epidermiszellen. Zapfen groß, glatt, an der Spitze niedergedrückt-walzig, mit sehr breiten Schuppen.



Fig. 267. Zapfen von Cedrus Libani Barr. (½ nat. Gr.).

Cedrus Libani Barrel (Pinus cedrus L.), Ceder vom Libanon; Blätter 12—20 mm lang; Zapfen (Fig. 367) 6—10 cm lang, fast eben so breit. Wächst auf den höheren Gebirgen des wärmeren Asiens, in Syrien, Kleinasien, und namentlich auf dem Libanon und Taurus. Sie hat in den ersten Jahren einen raschen Wuchs, erreicht ein hohes Alter und wird 25—35 m hoch. Die in geringer Höhe entspringenden Aeste dehnen sich 10—15 m weit horizontal aus.[1]) Auf dem Libanon sollen nur noch etwa 100 Stämme stehen, von denen die stärksten einen Durchmesser von 2—3 m haben. Das Holz ist roth und wohlriechend und stand bei den Völkern des Alterthums in hohem Ansehen. Sie gedeiht auch in Deutschland.

C. Deodara Roxb., die indische Ceder. Blätter 3—5 cm, Zapfen 8—12 cm lang. Sie bewohnt die Alpen von Nepal und Tibet in 2600—4000 m Höhe; ihr Holz übertrifft an Güte das der Ceder vom Libanon. In unserem Klima leidet sie in harten Wintern.

---

[1]) So die berühmte Ceder des Museumgartens zu Paris.



Fig. 368. Araucaria excelsa R. Br.

C. atlantica Manetti, die atlantische Ceder. Auf dem Atlas. Hat kleinere (5—6 cm lange) Zapfen auf dünnerem und längerem Stiele.

Zu den außereuropäischen Abietineen gehört ferner die Unterordnung der Araucarieen.

Araucaria.

Die Deckschuppen sind mit den Fruchtschuppen vollkommen verwachsen. Staubblätter mit vielen Pollensäcken. Blätter immergrün. Die Verzweigung ist (in Ermangelung der Zwischenknospen an den Jahrestrieben) sehr regelmäßig. Bäume

von 65 m Höhe. A. excelsa R. Br., die Norfolk-Schmucktanne (Fig. 368), mit 10—12 mm langen Nadeln und breit geflügeltem Samen. A. imbricata Pav., die Chiletanne, mit lanzettlichen, stachelspitzigen Nadeln, Zapfen 16—19 cm im Durchmesser, Samen eßbar. A. chilensis Mirb., die chilenische Fichte, auf den Anden Chile's. A. brasiliana Lamb., die brasilianische Fichte. — Dammara orientalis Lamb., mit großen kugligen Zapfen, in Ostindien, liefert das Dammara-Harz.

III. Ordnung: Taxineae, Eibengewächse.

Die weiblichen Blüthen bestehen aus einer aufrechten, nackten Samenknospe, welche auf der Spitze eines Schuppenzäpfchens steht, dessen oberste sechs Schuppen eine Hülle um dieselbe bilden. Der Embryo hat zwei Samenlappen und ist verkehrt, d. h. das Endostom und Würzelchen von der Pflanze abgewendet. Die Blüthen sind immer diöcisch.

Taxus L., die Eibe.

Zweihäusig. Die ♂ Blüthen sowohl, als die weiblichen, sitzen einzeln in den Blattachseln der jährigen Triebe (Fig. 247). Die männliche Blüthe besteht aus einem schuppigen Kätzchen, auf dessen Spitze die kurzgestielten Staubbeutel an einer über die Schuppendecke hinausreichenden Spindel sitzen, welche am Grunde von den 4 obersten, zu einer kelchartigen, vierblätterigen Hülle ausgebreiteten Deckblättern umgeben ist. Nach der Befruchtung wächst die Samenknospe aus ihrer Schuppenhülle heraus, worauf nach einigen Wochen ein ungetheilter Samenmantel (Arillus) emporwuchert, welcher, sich eng anschließend, den Samen umwallt, zur Zeit der Reife fleischig und roth ist, und nur die Spitze des Samen frei läßt, welche sich jedoch auch roth färbt (Fig. 369). Die Blätter bilden breite, dunkelgrüne Nadeln.

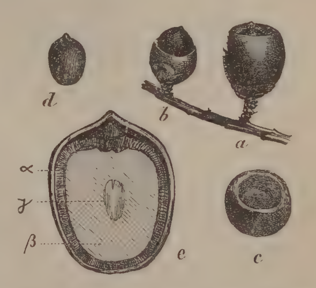


Fig. 369. Same von Taxus baccata: a u. c reif; b halbreif; d nackter Same; e derselbe vgr.: α Samenhülle; β Endosperm; γ Embryo.

T. baccata L., die europäische Eibe. Die Knospen der männlichen Blüthen sind bereits im Herbste in den Blattwinkeln angelegt; die entwickelten männlichen und weiblichen Blüthen erscheinen Anfangs April, und der Same reift Ende August, wobei die Samenhaut verholzt, während das Fleisch des Samenmantels gänzlich resorbirt wird, so daß nur ein dünner, fast durchsichtiger Ueberzug zurückbleibt. Der Eiweißkörper ist sehr ölreich. Die braungraue Borke löst sich periodisch in großen Platten ab. Die junge Pflanze erscheint frisch gesäet 1—2 Jahre, überwintert 3—4 Jahre nach der Aussaat mit zwei nadelförmigen, flachen, an der Spitze stumpfen oder etwas ausgerandeten Samenlappen. Die Nadeln empfangen ein Gefäßbündel vom Stamme (Fig. 175); sie sind flach, 2—3 mm breit, an der Spitze pfriemenförmig, einfarbig grün, unterseits heller, ohne

Harzstriemen, und stellen sich an den Zweigen heliotropisch, wie die der Weißtanne, scheinbar zweizeilig. Harzgänge fehlen den Blättern, wie dem Holze, doch sind Farbstoffcanäle im Kotyledon vorhanden (Fig. 66). Der Wuchs der Eibe ist äußerst langsam, dennoch erreicht sie wegen ihrer ungewöhnlichen Lebensdauer ansehnliche Größen, wächst jedoch verhältnißmäßig mehr in die Dicke, als in die Höhe. Sie verträgt den Schnitt gut, und schlägt, wenn sie auch wiederholt umgehauen wird, sehr anhaltend durch Bildung von Adventivknospen wieder aus. Die Eibe ist über ganz Europa und das nördliche Asien verbreitet und wird in Nordamerika durch die strauchartige T. canadensis W. vertreten. Sie findet sich jedoch



Fig. 370. Kurztrieb mit 3 Blättern von Gingko biloba L.

überall nur einzeln oder in kleinen Gruppen in der Ebene oder auf niederen Bergen, steigt in den Alpen (Bayern) zu 1300 m, in den Pyrenäen selbst bis zu 1500 m. England besitzt die berühmtesten Eiben: eine auf dem Kirchhofe von Grasford in Nord-Wales hat unter den Aesten einen Umfang von 15 m, und ihr Alter wird auf 1500 Jahre geschätzt; eine andere Eibe in Derbyshire soll über 2100 Jahre alt sein.[1]) In den Wäldern Deutschlands wird die Eibe immer seltener; doch kommen noch hier und da, z. B. im Bayrischen Hochgebirge, starke Bäume vor. So findet sich auf der Pointenalpe im Berggründelthal im Allgäu ein etwa 8 m hoher Baum von 3 m Umfang. Die seit einigen Jahren abge-

[1]) Die Bedenken dieser Berechnungen sind bereits oben (S. 158) dargelegt.

storbene Eibe zu Somsdorf bei Tharand besaß in Brusthöhe 3,6 m Umfang bei 13 m Höhe. In früheren geologischen Perioden scheint die Eibe größeren Antheil an der Bildung der Erdflora genommen zu haben, da man in der Braunkohlenformation zahlreiche Reste findet. Sie scheint einen gewissen mäßigen Grad von Feuchtigkeit bei geschütztem, schattigem Stande zu beanspruchen.

Die Giftigkeit des Laubes und der Zweige sind außer Zweifel gestellt; nur der rothe, fleischige Samenmantel kann ohne Nachtheil gegessen werden, während der Same selbst giftig ist.

Das Holz der Eibe ist durch schraubenförmige Verdickungen innerhalb der Hoftüpfelmembran charakterisirt (Fig. 23). Es gehört zu den schwersten, härtesten und zähesten Hölzern Europa's. Ein Kubikmeter, vollkommen lufttrocken, wiegt 840 kg; grün 1,035 kg.). Früher für Bogen und Armbrustbügel („Bogenholz") geschätzt, wird es heute hauptsächlich zu Drechsler- und Bildschnitzerarbeiten verwendet.

T. hibernica Hook (T. bacc. hibernica Hort.), die irländische Eibe, mit aufgerichteten Aesten, u. a. Varietäten werden in Gärten cultivirt.

Gingko biloba L. (Salisburya adiantifolia Smith), die Japanische Eibe. In China und Japan. Ist gleichfalls diöcisch. Die 2 vom Stamm in das Blatt eintretenden Gefäßbündel (Fig. 173) theilen sich vielfach in dem langgestielten, sommergrünen, fächerförmig ausgebreiteten Blatte (Fig. 370). Großer, auch in Mittel- und Süddeutschland gedeihender Baum, dessen Früchte fleischig und gelblich, und dessen Samen eßbar sind.

Andere außereuropäische Eiben (Taxineen) sind Podokarpus, Dakridium, Phylloklades (mit blattartig verbreiterten Aesten) 2c.

Classe 3. Gnetaceae.

Eine kleine Classe niedriger Bäume und Sträucher, die nur wenige Gattungen umfaßt. Die Samenknospe und auch die Staubblätter mit einer perigonartigen Hülle. Scheinfrucht (Scheinbeere) entsteht durch Verwachsung der Deckblätter an der weiblichen Infloresceuz.

Ephedra distachya L., das Meerträubel, ein in Süd-Europa verbreiteter kleiner Strauch mit aufrechten Aesten, kleinen quirlständigen Blättern und diöcischen Blüthen. **Welwitschia** mirabilis. Süd-Africa. Fast stammlose Pflanze mit nur zwei großen Blättern und in deren Achseln gabelig verzweigten Blüthenständen.

B. Angiospermae, Bedecktsamige.

Die Samenknospe entwickelt sich innerhalb eines Fruchtknotens. In dem Embryosack wird vor der Befruchtung kein Endosperma gebildet. Die Eizelle am Scheitel des Embryosacks gewöhnlich mit zwei Nebenzellen.

Sie zerfallen in die Sectionen Monokotyleae und Dikotyleae.

5. Section: Monokotyledoneae.

Pflanzen, deren Same mit einem Kotyledon keimt (Monokotyledoneae). Der Embryo in ein großes Endosperm eingeschlossen; die Gefäßbündel von begrenztem Wachsthum, auf dem Stammschnitt zerstreut. Blätter meist einfach, mit parallelen Nerven und schmal, wechselständig.

Classe 1. Glumaceae, Spelzfrüchtige.

I. Ordnung: Gramineae, Echte Gräser.

Der Stengel (Halm) ist cylindrisch; hohl, gegliedert durch Knoten, an welchen die wechselständigen Blätter entspringen, welche mit einer offenen (geschlitzten) Scheide den Stengel umfassen. Nebenblätter fehlen. Die Blüthen sind zwittrig oder eingeschlechtig, bilden ein- oder mehrblüthige Aehrchen, welche von 2—6 spelzenartigen Hochblättern, Glumae, umgeben sind und sich zu Aehren, Rispen oder Rispenähren vereinigen. Die Einzelblüthe von einer Deckspelze und Vorspelze (Palea) eingeschlossen. Das Perigon fehlt oder ist verkümmert (Lodiculae). Die nach dreizähligem Typus angelegten Blüthenkreise zeigen häufig eine durch Fehlschlagen verminderte Zahl von Gliedern. Der freie oberständige Fruchtknoten mit 1 oder 2 Stempeln und zwei Stempelmündungen. Die Frucht eine nackte oder von den Paleis umschlossene Karyopse. Die Granne der Gräser ist ein borstenartiger Fortsatz der Deckspelze oder ihres Mittelnervs. Die Gräser liefern sehr wichtige Nahrungs- und Futtergewächse. Von den 13 Tribus (Zünften) Endlicher's seien hier erwähnt:

1. Tribus: **Oryzeae.** Mit 4 oft nur durch Borsten vertretenen Hüllspelzen. **Oryza** sativa L., der Reis (VI. 2), stammt aus Ostindien, jetzt überall in warmen Ländern, auch Europa's, angebaut. Nicht zu Brod backbar. Zur Arak-Bereitung verwendet.

2. Tribus: **Phalarideae. Zea** Mays L., das Welschkorn, Türkenkorn oder Mais, ⊙, (XXI. 2), mit einhäusigen Blüthen; die ♂ in einer Rispe am Gipfel des Halms, die ♀ unten am Halme einen Kolben bildend. Der Mais stammt aus Amerika, wo er eine Hauptnahrung der Eingeborenen ausmacht, wird jetzt im südlichen Europa (auch Süddeutschland) häufig gebaut. **Phalaris** canariensis L., das Kanariengras, ⊙ stammt von den Kanarischen Inseln, wird um der Samen (als Vogelfutter) willen hier und da angebaut. Ph. (Baldingera) arundinacea Trin., das Bandgras, ♃ wächst an Wassergräben und Teichen, eine Varietät mit weiß und roth oder grün gestreiften Blättern in Gärten. **Alopecurus** pratensis L., der Wiesenfuchsschwanz, ♃, mit dicht gedrängten Rispenähren, blüht im Mai, bestockt sich stark und wächst schnell wieder nach; eines unserer besten Futtergräser. **Phleum** pratense L., das Timotheusgras, ♃, ein gutes

Futtergras, etwas weniger ergiebig, als voriges. **Holcus** lanatus L., das wollige Honiggras, ♃, mit zurückgekrümmter Granne und welligen weichhaarigen Blättern; minder schätzbar ist das in Wäldern auftretende weiche Honiggras, H. mollis, mit geknieter, gerader Granne. **Anthoxanthum** odoratum L., das Ruchgras, ♃, (II. 2), ein niedriges, auf Wiesen und Weiden vorkommendes Gras, welches vermöge seines Gehaltes an Cumarin dem Wiesenheu, wie das Darrgras, **Hierochloa** odorata Wahlb., ♃, dem sauren Grase von Hochmooren einen angenehmen Wohlgeruch verleiht.

3. Tribus: **Paniceae (Hirsen),** mit drei Hüllspelzen und fingerig oder traubig gestellten Aehrchen oder Rispenähren. **Panicum** mileaceum L., die gemeine Hirse, ⊙, mit lockerer, überhangender und P. italicum L., die Kolbenhirse, mit gedrängter kolbiger Rispenähre. Beide stammen aus Ostindien und werden um ihrer Samen willen angebaut. **Milium** effusum L., die Flatterhirse, ♃, grannenlos, in Laubwäldern häufig.

4. Tribus: **Stipaceae,** mit einblüthigen Aehrchen. **Stipa** pennata L., das Federgras ♃ (Fig. 371), dessen langbegrannte scharfspitzige Frucht sich selbstthätig in den Boden, dem Weidevieh aber tief in die Haut einzubohren vermag.

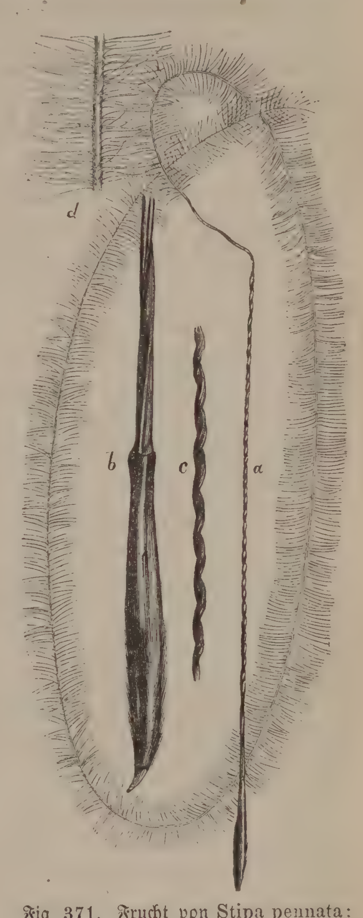


Fig. 371. Frucht von Stipa pennata: a nat. Gr. mit Granne; b Spitze vgr.; c Fragment der Granne (unterer Theil); d der Fieder vgr.

5. Tribus: **Agrostideae, Straußgräser. Agrostis** alba L. (stolonifera Koch), das Fioringras und A. vulgaris, das gemeine Straußgras, ♃, wachsen häufig auf Wiesen; A. (Apera) spica venti L., der Windhalm, ⊙, ist auf Aeckern sehr lästig. **Nardus** stricta L., das Borstengras, ♃, mit einfacher Aehre und verkümmerten Hüllspelzen, überzieht trockene, magere Waldplätze.

6. Tribus: **Arundinaceae. Arundo** Donax L., das Italienische Rohr, ♃, ♄, wächst an sumpfigen Orten schon in Istrien und Südtyrol. Der Halm wird 2—4 m hoch und oft 2½ cm dick. Wird hier und da cultivirt, da der in der Reife strohgelbe, sehr leichte und doch feste Halm zu Pfeifenrohren, Malerstäben, Webspuhlen ꝛc. dient. **Phragmites** communis Trin., das gemeine Schilf- oder Teichrohr, ♃, an Teichen, Flußufern ꝛc. wird gegen 2 m hoch und dient zu Matten, zum Berohren der Wände, zum Dachdecken ꝛc. Mit den großen Blüthenrispen kann man Wolle grün färben. **Calamagrostis**

sylvatica, epigeios, lanceolata sind Waldgräser und, wie diese zumeist, ohne besonderen Werth.

9. Tribus: **Avenaceae, Hafergräser.** Die Aehrchen meist zweiblüthig, und die Glumae, wenigstens eine derselben, so lang wie das Aehrchen. **Corynephorus** (Weingärtneria) canescens P. B., ♃, auf Sandboden, den es befestigt, sonst werthlos. **Deschampsia** (Aira) caespitosa P. B., die Rasen-Schmele, ♃, und **Aira** flexuosa L., die gebogene oder Draht-Schmele, ♃. Granne an der Basis der äußeren Spitze befestigt. Treten auf Lichtungen im Stadium beginnender Verhagerung massenhaft auf; ihr Futterwerth ist gering; die Samen werden gesammelt, um unter falschem Namen besserer Grasarten (Goldhafer ꝛc.) in den Handel gebracht zu werden.[1]) **Avena**, Hafer. Die gekeimte Granne auf dem Rücken der äußeren Blüthenspelze angewachsen, die Karyopse mit den Spelzen meist verwachsen. A. (Trisetum) flavescens L., der Goldhafer, Arrhenatherum elatius, Französisches Raigras, Avena pubescens, der kurzhaarige Hafer, A. pratensis, der Wiesenhafer, sind vortreffliche ausdauernde Futtergräser auf Wiesen. A. sativa L., der Saathafer, ⊙, mit allseitswendigen Rispenästen und Avena orientalis Schweb., der Fahnenhafer, ⊙, mit einseitswendiger Rispe. A. strigosa Schreb., der Rauhhafer, ⊙, und Avenis brevis L., ⊙, werden nur auf armem Sandboden gebaut; treten meist als Unkraut der Haferfelder auf. Avena fatua, ⊙, der Windhafer, ist ein lästiges Unkraut im Sommergetreide.

10. Tribus: **Festucaceae.** Rispengräser. Die unteren Deckspelze (Palea) länger als die Hüllspelzen; Aehrchen meist mehrblüthig. **Poa**, grannenlos, mit seitlich zusammengedrückten Aehrchen und scharf gekielten Spelzen. P. pratensis L., ♃, trivialis L., ♃, fertilis Host., ♃, auf Wiesen. P. nemoralis L., Hainrispengras, ♃, das oberste Blatt länger, als seine Scheide, Blatthäutchen fast fehlend, an lichten Waldstellen. **Festuca** elatior L. (F. pratensis Huds.), Wiesenschwingel, ♃, auf Wiesen; F. ovina L., der Schafschwingel, ♃, an dürren Rändern, auf Haide- und Bergtriften, sonnigen Waldplätzen. F. sylvatica Vill., der Waldschwingel, ♃, bietet mäßig gutes Wildfutter dar. Die Trespe, **Bromus**, ist im Walde durch die Arten asper Murr. (Waldtrespe), ♃, giganteus L. (Riesentrespe), ♃, vertreten, im Felde durch die Korntrespe, Br. secalinus L., ♃, als Unkraut lästig; ihre Samen sollen das Brod unverdaulich machen und schwarz färben. **Brachypodium**, die Zwenke, mit steif gewimperter, scharf abgestutzter oberer Spelze. Die Waldzwenke, Br. sylvaticum R. et Sch., ♃, ist in Laubwäldern verbreitet; an Waldrändern, im Gebüsch zerstreut die kurzbegrannte, „gefiederte" Zwenke, Br. pinnatum R. et Sch. **Melica**, Perlgras. M. nutans und ciliata mit Rispenähren, M. uniflora, ♃, mit Rispen, in humosen Wäldern häufig. **Briza** media, Zittergras, ♃, mit zierlich herzförmigen, seitlich zusammengedrückten Aehrchen. **Molinia** coerulea Mönch., das blaue

[1]) Solchem betrügerischen Verfahren sollte nicht dadurch Vorschub geleistet werden, daß die Berechtigung, die Waldgrassamen zu sammeln, verpachtet wird. (Vgl. F. Nobbe: Wider den Handel mit Waldgrassamen für die Wiesencultur. Berlin P. Parey, 1876.)

Pfeifengras, Schindermann, ♃, zeigt moorigen, sauren Boden an. Werthlos, seine knotenlosen Halme früher zum Reinigen der Pfeifenröhren und Pfeifenspitzen verwendet. Fast eben so werthlos ist der Dreizahn, **Triodia** decumbens Beauv., ♃, Vertreter dürrer Standorte, während das Knaulgras, **Dactylis** glomerata L., ♃, mit zusammengezogener, lappig getheilter Rispe, und das Kammgras, **Cynosurus** crystatus L., ♃, vortreffliches Futter liefern. **Bambusa** arundinacea L., das Bambusrohr, und einige andere Arten dieser Gattung sind baumartige Gräser, welche in den heißesten Regionen Asiens und Amerikas wachsen. Sie werden bis 10 m, B. maxima Rumph selbst gegen 30 m hoch, und ihre bis 1½ dm starken Stämme werden ihrer Leichtigkeit und Zähigkeit wegen als Baumaterial, zu Spazierstöcken (Pfefferrohre) 2c. verwendet.

11. Tribus: **Hordeaceae.** Aehrchen in Buchten der Spindel zu einer Aehre gruppirt. **Lolium**, Lolch (L. perenne, das Englische, L. italicum, das Italienische Raigras), trägt die Aehrchen so gestellt, daß deren Rücken (die schmale Seite) der Hauptspindel zugewendet ist, wodurch die innere Hüllspelze gewöhnlich unterdrückt wird. L. temulentum L., der Taumellolch, ⊙, wächst als Unkraut häufig unter der Saat; seine Samen erregen Schwindel und sind in Brod verbacken dem Menschen gefährlich. Bei den anderen Gattungen wendet das Aehrchen seine (breite) Seite der Spindel zu. **Triticum** Weizen, mit drei- und mehrblüthigen Aehrchen und eiförmiger Gluma. Die cultivirten, eigentlichen Weizen-Arten lassen sich auf zwei Hauptformen zurückführen: 1) die nacktfrüchtigen mit zäher Spindel: Tr. vulgare L., gemeiner Weizen (⊙ u. ⊙), mit langen, gerundeten Hüllspelzen; Tr. turgidum L., Englischer oder Wunderweizen (⊙ u. ⊙), mit kurzen, gestielten Hüllspelzen, oft am Grunde verästelten Aehren; Tr. durum L., Glas- oder Bartweizen ⊙, mit meist durchscheinender horniger Frucht, dient zur Maccaroni-Bereitung; Tr. polonicum, der polnische Weizen ⊙, mit sehr langer, dünnhäutiger Gluma. 2) die Spelz- oder Dinkelweizen mit 1—2-, selten 3blüthigen Aehrchen, spröder Spindel und von den Spelzen fest umschlossener Karyopse: Tr. spelta L., der gemeine Spelz oder Dinkel; Tr. monococcum L., das Einkorn, mit einem Korn im Aehrchen; Tr. dicoccum Schrk., Emmer. — Die nicht cultivirten Arten Tr. (Agropyrum) repens L., die gemeine Quecke, ♃, und Agr. caninum Schrk., die Hunds- oder Waldquecke, ♃, wuchern mit ihren weitkriechenden Rhizomen, erstere auf lockeren Aeckern lästig, letztere in humosen Laubwaldungen verbreitet. Der Wurzelstock von Tr. repens ist officinell („Rhizoma Graminis") und, wie die Halme, ein gutes Futter. **Secale** cereale L., der Roggen (⊙ u. ⊙), mit zweiblüthigen Aehrchen und pfriemlichen Hüllspelzen, stammt wahrscheinlich ursprünglich aus Asien. **Hordeum**, die Gerste (⊙ u. ⊙), mit 3 einblüthigen Aehrchen in einer Spindelbucht; die Früchte meist mit den Spelzen verwachsen, bei einigen Arten nackt. Sind die zwei Seitenblüthen männlich, so bildet sich die zweizeilige Gerste, H. distichum L. (⊙), zum Bierbrauen geschätzt; eine Spielart mit nackten Früchten ist die Kaffeegerste. Sind alle drei Blüthen fruchtbar, die mittlere aber der Spindel angedrückt, so entsteht die vierzeilige Gerste, H. vul-

gare L., (⊙ u. ⊙), eine Spielart mit nackten Früchten ist die Himmelsgerste. Stehen die Aehrchen alle gleichmäßig von der Spindel ab, so entsteht die sechszeilige Gerste, H. hexastichum L. (⊙ u. ⊙). Wildwachsend: H. murinum L., die Mäuse- oder Mauergerste, (⊙), an Wegen, Mauern, auf Schutthaufen ꝛc. **Elymus** europaeus L., die Waldgerste, ♃ mit 2—3blüthigen Aehrchen, wächst in humosen Laubwaldungen und bietet ein gutes Wildfutter. E. arenarius L., der Strandhafer, ♃ dient mit Ammophila arenaria zur Befestigung der Dünen, da seine Rhizome 3—5 m rings um den Mutterstock auslaufen.

13. Tribus: **Andropogoneae**. Mit drei Hüllspelzen, deren unterste die größte. **Saccharum** officinarum L., das Zuckerrohr, in Ostindien heimisch, wird jetzt in fast allen heißen Ländern (in Europa auf Sicilien), zur Darstellung von Rohrzucker, und aus diesem von Rum, angebaut. **Sorghum** vulgare, die Mohrhirse, Durrha, in Asien, Innerafrika und Südeuropa in zahlreichen Spielarten angebaut. Die Samen den Hirse-Samen ähnlich, aber größer.

II. Ordnung: Cyperaceae, Halbgräser.

Die Blüthendecke besteht aus Spelzen. Blätter grasartig und dreizeilig auf einer geschlossenen Scheide am dreikantigen Halme sitzend, bisweilen auf eine Stachelspitze reducirt. Die hierher gehörigen Gräser werden gewöhnlich



Fig. 372. Sand-Riedgras, Carex arenaria L. ♃. Scheinfrucht.

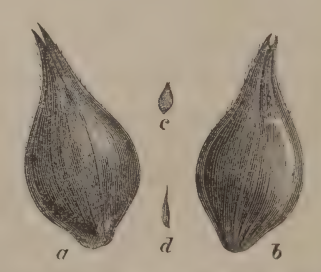


Fig. 373. Stachelfrucht-Riedgras, Carex muricata L. ♃. a, b, c bespelzte Frucht, d dieselbe im Profil.

Scheingräser genannt, bewohnen hauptsächlich nasse sumpfige Stellen, bilden den größten Theil der Rasendecke der Torfmoore (Wiesenmoore) und durch ihre Wurzeln und Wurzelstöcke oft einen großen Theil des Torfes selbst.

Die **Cariceae**, Riedgräser, besitzen Blüthen mit getrennten Geschlechtern, die ♂ Blüthen (mit 3 Staubgefäßen) stehen in einfachen Aehren (in der Achsel von Deckblättern), die ♀ sind in einblüthigen Aehrchen vom Vorblatt eingeschlossen, welches noch die Frucht als „Schlauch“ umhüllt (Fig. 372; 373). **Carex** L., Riedgras. Die zahlreichen Arten wachsen theils im Walde, wie C. digitata L., C. ornitho-

poda Willd., C. alba Scop., C. brizoides L. (Fig. 374) dessen lange, zähe Blätter namentlich aus Schlesien als „Seegras" in den Handel kommen, theils auf nassen, sumpfigen Wiesen, wie C. dioica L., C. vulpina L., C. fulva Good., C. ampullacea Good., C. vesicaria L. etc., theils an und in Sümpfen und Gräben, wie C. stricta Good., C. acuta L. etc. Diöcisch blühen: C. dioica L., C. Davalliana Sm.; die Mehrzahl monöcisch, und zwar entweder mit einem einzigen Aehrchen an der Spitze des Halms, oder mit mehreren kopf- oder rispenförmig gruppirten Aehrchen, und wobei die ♀ und ♂ Blüthen entweder fast gleichmäßig in jedem Aehrchen enthalten (Homostachiae) oder die Aehrchen sind getrennten Geschlechts, entweder die oberen ♂, die unteren ♀, oder umgekehrt (Heterostachyae). Viele Carex-Arten veranlassen durch Rasenbildung die sogenannten „Kaupen", durch welche die Wiesenmoore nach und nach ausgefüllt und den Ansiedelungen von Weiden, Erlen ꝛc. Bahn gebrochen wird. Carex arenaria L., das Sandriedgras (Fig. 372), trägt mittelst seiner langen unterirdischen Stengel (welche als „Rhizoma Caricis" officinell sind) zur Bindung losen Sandes, namentlich der Seeküsten, wesentlich bei.



Fig. 374. Carex brizoides L., a Blüthenähre, (unterste Blüthen des etwas gekrümmten Aehrchens ♂, obere ♀) b u. c Blattscheiden.



Fig. 375. Scirpus sylvaticus L., Waldbinse. Scheinfrucht. a nat. Gr.; b—d vgr.; e Längsschnitt, α Embryo.

Die **Scirpeae,** Binsen, tragen mehrblüthige, zwittrige Aehrchen in Dolden, Köpfchen, Rispen oder Aehren gruppirt. Die Perigonblätter sind oft borstenförmig oder durch einen Haarschopf vertreten. **Scirpus** die Binse, mit borstenförmiger Blüthenhülle (Fig. 375), mit drei Staubgefäßen und einem Fruchtknoten mit drei Stempeln. Sc. lacustris L., die Seebinse, ♃ mit endständigem und kurzgestielten seitlichen Aehrchen, wird 2—2½ m hoch, zu Flechtwerk benutzt. Sc. sylvaticus L., die Hainbinse, ♃ mit länger gestielten Seitenähren, auf feuchten Waldwiesen, an Gräben und Bächen. Sc. caespitosus L., mit einzelnen endständigen Aehrchen, häufig auf Torfgründen. **Eriophorum** L., Wollgras (III. 1). Die reife Frucht von einem Schopfe silberglänzender, langer Haare (dem umgewandelten Perigon) umgeben. E. angustifolium Roth., die Torfblume, Anzeiger von Torfboden. E. latifolium Hoppe auf feuchten Wiesen häufig. **Cyperus** esculentus L., die Erdmandel. Im südlichen Europa. Die fleischige, ver-

dickte Wurzel enthält gegen 16 Procent fettes Oel, ist süß und eßbar. C. papyrus L., die Papierstaude, in Aegypten und Sicilien; aus ihren Blattscheiden und gespaltenen Halmen wurde durch Pressen und Zusammenkleben früher Papier bereitet.

Classe 2. Coronariae.

I. Ordnung: Juncaceae, Simsen.

Grasartige Pflanzen mit spelzenförmigem, trockenem Perigon. Blüthen in „Spirren", Knäulen oder Dolden. **Juncus** L., Simse, mit 6 Staubgefäßen, dreifächrigem, vielsamigem Fruchtknoten, pfriemenförmigen Blättern. J. effusus L., ♃, und J. glaucus Ehrh., ♃, mit scheinbar seitlichem (von einem röhrigen Hochblatte überragten) Blüthenstande, werden zu Flechtwerk benutzt. J. sylvaticus Rchd., Waldsimse, an Gräben und sumpfigen Stellen häufig. J. bufonius L., die Krötensimse, ist niedrig und überkriecht oft ausgedehnte Strecken etwas sumpfiger Wiesen. **Luzula** Dec., die Hainsimse, mit grasartigen Blättern, 1fächrigem, 3samigem Fruchtknoten. L. pilosa Willd. mit langen, herabgebogenen Fruchtstielen, die Samen von sicheleörmigem Anhängsel gekrönt; im Frühjahr auf Schlägen und lichten Waldstellen häufig. L. albida Dec., das Hirschgras, ohne Samenanhängsel, mit weißlichen, spitzen Blüthenhüllblättern, welche die Kapsel überragen; schmalen Blättern; häufig in Wäldern. L. maxima Dec., die Waldsimse, mit braunen, stachelspitzigen, die Fruchtkapsel nicht überragenden Hüllblättern und bis 1 cm breiten Laubblättern; in Gebirgswäldern.

II. Ordnung: Liliaceae.

Meist Zwiebelgewächse. Blüthen zwittrig, oft schön gefärbt. Zierpflanzen und Küchengewächse. Frucht eine Kapsel.

Familie **Lilieae.** Kapseln mit loculicider Theilung (S. 281). **Aloë** soccotrina Lam. mit holzigem, fast baumartigem Stamme, und dickfleischigen Blättern. In Africa. Ihr eingedickter Saft officinell. **Yucca**, eine baumförmige Lilie aus Mittelamerika. **Tulipa** Gesneriana L., die Tulpe, stammt aus der Levante. sylvestris L. wächst bei uns hin und wieder in Gebüschen und auf Waldwiesen. **Fritillaria** imperialis L., die Kaiserkrone, und **Hyacinthus** orientalis L., die Hyazinthe, stammen aus dem Orient. **Lilium** bulbiferum L., die Feuerlilie, L. Martagon L., der Türkenbund, und L. candidum L., die weiße Lilie, wachsen in Deutschland hier und da in Bergwäldern, werden auch häufig in Gärten erzogen. **Allium**, Lauch, mit meist röhrigen Blättern, doldigen oder kopfförmigen Blüthenständen, zwischen denen oft Brutknospen stehen. Als Küchengewächse werden hauptsächlich (in vielen Spielarten) cultivirt A. Cepa L., die Küchenzwiebel (Vaterland unbekannt), A. Porrum L.,

der Schnittlauch, Porrei, stammt aus Südeuropa. A. sativum L., der Knoblauch, aus Sicilien. A. schoenoprasum L., der Schnittlauch, an den Ufern der Elbe, Mosel, am Unterrhein; eine Varietät desselben ist A. sibiricum L. A. Ascalonicum L., die Schalotte, stammt aus der Levante. A. ursinum L., der Bärenlauch, in Laubwäldern. A. victoriale L., Allermannsharnisch, häufig auf Alpen, namentlich in der Nähe der Sennhütten, früher als Volksheilmittel gesucht. **Phormium** tenax L., der neuseeländische Flachs, wächst häufig in sumpfigen Niederungen Neuseelands. Die äußerst zähen Bastfasern der fast meterlangen schwertförmigen Blätter, welche den Rhizomen entsprießen, werden zu Geflechten und Geweben, besonders zur Verfertigung von Schiffstauen, verwendet.

Familie **Melanthaceae.** Kapseln mit septicider Theilung. **Colchicum** autumnale L., Herbstzeitlose, ♃, durch ganz Deutschland auf Wiesen und Triften häufig. Der Fruchtknoten ist unterirdisch, die 6 Perigonblätter, welche unmittelbar aus der fast faustgroßen, dichten Zwiebel entspringen, sind zu einer langen Röhre verwachsen, deren blaßrother, sechstheiliger Saum über dem Boden emporragt; die zugehörigen Blätter erscheinen erst im nächsten Frühjahr, und werden von der sich streckenden, an ihrer Basis knollig anschwellenden Stammaxe zugleich mit der großen, aufgeblasenen Fruchtkapsel in die Höhe gehoben. Am Grunde der Stammaxe entwickelt sich gleichzeitig ein Seitensproß, welcher im nächsten Herbste Blüthen erzeugen wird. Enthält in allen Theilen das Narkoticum Colchicin, ist höchst lästig auf Wiesen. Officinell Radix, Flores et Semen Colchici. **Veratrum** album und nigrum L., der weiße und schwarze Germer, die Nießwurz, ♃, auf Alpenwiesen im mittleren Europa; giftig; der gepulverte Wurzelstock wird als Niespulver angewendet.

Familie **Smilaceae.** Frucht eine Beere. **Smilax** aspera L. (XXII, 6), die Stechwinde, ♄ (Fig. 98), findet sich unter Gesträuch am adriatischen Meere, blüht im August und September. **Ruscus** L., Mäusedorn (XXII, 11), kleine Sträucher. Ruscus aculeatus L., an uncultivirten Orten unter Gesträuch und in Wäldern in Istrien, Südtyrol ꝛc. R. Hypoglossum L. in gebirgigen und waldigen Orten Krains und des Litterale. Beide kleinen Sträucher blühen im März und April und tragen an blattartig breiten Zweigen aus der Achsel eines kleinen Deckblatts diklinische Blüthen getrennten Geschlechts (Fig. 137; 138). **Asparagus** officinalis L., der Spargel (VI, 1), ♃. Hier und da auf tiefgründigen reichen Wiesen wild, cultivirt um der jungen Sprosse willen, welche im Frühjahr dem unterirdischen Stamme entsprießen und „gestochen“ werden, sobald sie die Oberfläche erreichen. **Paris** quadrifolia L., die Einbeere (VIII, 4), ♃. Häufig in Wäldern; giftig. Der kriechende Wurzelstock treibt einfache Stengel mit gewöhnlich 4 quirlständigen Blättern und einer endständigen Blüthe. **Convallaria** majalis L., das Maiblümchen (VI, 1), ♃. In Hainen und lichten Wäldern nicht selten; ausgezeichnet durch den Wohlgeruch seiner Blüthen. **Majanthemum** bifolium Lam., mit zweizähligen Blüthenkreisen, am Standort der vorigen. **Dracaena** draco L., der Drachenbaum, ♄. Mächtiger, ein

hohes Alter erreichender Baum Africa's, dessen eingetrocknetes Harz unter dem Namen „Drachenblut“ in den Handel kommt.

III. Ordnung: Irideae, Schwertlilien.

Frucht eine Kapsel. Perigon 6blättrig. Narben oft blumenblattartig, die Staubfäden bedeckend. Blätter schwertförmig, zweizeilig. **Iris** L., Schwertlilie (III, 1), wird in verschiedenen Arten als Zierpflanze in unseren Gärten gezogen. I. pseudacorus L., ♃, mit gelben Blüthen, wächst häufig an Teichen und stehenden Gewässern. **Crocus** vernus L., der Frühlingssafran (III, 1), mit unterirdischer Zwiebel, weißen und blauen Blüthen. In den Alpen häufig, blüht im Frühling. Cr. maesiacus Sims., mit gelben Blüthen. Eine der am frühesten blühenden Pflanzen unserer Gärten. Cr. sativus L., der echte Safran, stammt aus dem Orient, wird aber in Frankreich, Oesterreich, Italien und England häufig angebaut. Der dreispaltige Griffel mit seinem hochgelben Stigma liefert den Safran des Handels zum Gelbfärben, zu Gewürz und Arznei; man erhält von 150 Blüthen etwa ein Gramm Safran. **Gladiolus** L., Siegwurz, Gl. palustris, in Mooren; Gl. communis L., aus Südeuropa, in Gärten.

IV. Ordnung: Amaryllideae, Narcissengewächse.

Fruchtknoten unterständig. Frucht meist eine Kapsel. Bisweilen mit Nebenkrone (Narcissus). **Galanthus** nivalis L., das Schneeglöckchen, und **Leucojum** vernum L., das Märzglöckchen (VI, 1). Im ersten Frühling in Auen, lichten Wäldern, unter Gebüsch ꝛc. blühend. **Narcissus** pseudo-narcissus L., der Märzbecher, mit gelben Blüthen, hier und da auf Bergwiesen Deutschlands. N. poëticus L., die weiße Narcisse, auf Wiesen bei Triest ꝛc. Häufig als Zierpflanzen in Gärten wegen der Schönheit ihrer Blüthen und deren Wohlgeruchs halber angebaut. **Agave** americana L., die „hundertjährige Aloe“ (VI, 1), stammt aus Mexico, hält im südlichen Europa aus und wird daselbst zu fast undurchdringlichen Hecken benutzt. Die bis 2 m langen und bis 25 cm breiten, sehr dicken Rosettenblätter sind, graugrün, am Rande dornig gezähnt. Erst im späteren Alter (mit 10—20 Jahren in Südeuropa, mit 50—60 Jahren in Deutschland) erwächst der bis dahin wenig entwickelte Stamm rasch zu einer Höhe von 4—7 m und entwickelt eine Blüthenpyramide von Tausenden gelblicher, honigreicher Blüthen. Nach der Samenreife stirbt die ganze Pflanze ab. In Amerika benutzt man ihre Blatt- und Stengelfasern zu Flechtwerk und Geweben; aus dem Safte der blühbaren Pflanze wird in Mexico ein berauschendes Getränk, die Pulque, bereitet.

V. Ordnung: Bromeliaceae.

Bromelia Ananas L. (Ananassa sativa Lindl.), die Ananas aus Südamerika, bildet durch Verwachsen der fleischigen Deckblätter und Beeren einen

zapfenähnlichen, gelben, saftigen Fruchtstand, der von der Fortsetzung der Blüthenaxe mit einem Blattbüschel gekrönt wird. Die Beeren in der Cultur meist samenlos. Die Ananas wird ihres sehr angenehmen Geruches und Wohlgeschmacks halber auch in Deutschland häufig in Treibhäusern gezogen.

Classe 3. Gynandrae.

Das (♂) Androeceum ist mit dem (♀) Gynaeceum verwachsen (Classe XX. Linné); das Perigon ist sechsblättrig, meist symmetrisch (zygomorph), das hintere Blatt des inneren Kreises (Labellum) häufig gespornt. Das Ovarium ist unterständig; die Frucht mit sehr kleinen, eiweißlosen Samen.

Ordnung: Orchideae, Knabenkräuter.

Die 3 Staubfäden sind unter sich und mit den 3 Stempeln in der Art verwachsen, daß, wenn nur ein Staubbeutel vorhanden ist (indem die beiden anderen zu Staminodien verkümmert oder unterdrückt sind), derselbe unmittelbar über der Narbe sitzt, oder wenn zwei Staubgefäße zur Ausbildung gelangten (Cypripedium), diese zu beiden Seiten der Stempelmündung sitzen. Die aus den verwachsenen Geschlechtsorganen gebildete Säule heißt das Gymnostenium. Der gesammte Inhalt des Pollensackes bleibt häufig in einer Masse vereinigt, welche durch das Rostellum, eine klebrige Partie der Stempelmündung, am Rüssel der Insecten haften bleiben und so auf fremde Stempel übertragen werden. Diese Ordnung zählt an 6000 Arten und ist vorzüglich in der heißen Zone durch Species mit höchst bizarr gestalteten und schön gefärbten Blüthen vertreten. Viele wachsen saprophytisch und mit mächtigen Luftwurzeln an der absterbenden Rinde großer Bäume. Manche dieser Arten vermögen auch von den Baumrinden isolirt noch Jahre lang fortzugrünen (Aërides flos aëris, die Luftblume in Japan). Die Vanille (**Vanilla** aromatica Sw. im tropischen Amerika, V. planifolia Andr. in Westindien und V. Pompona Schiede in Mexico), 15—20 cm lange, braune Fruchtschoten, welche um ihres äußerst angenehmen Aroma's willen als feines Gewürz geschätzt sind. Andere tropische Gattungen sind ihres köstlichen Wohlgeruchs oder ihrer schönen Blüthen wegen in Gewächshäusern häufig cultivirt (Oncidium, Vanda, Cypripedium-Arten ꝛc.). Aus ihrer Heimath verpflanzt in Länder, denen die die Befruchtung der betr. Species vermittelnde Insectengattung fehlt, tragen die meisten Orchideen nur nach künstlicher Befruchtung Samen.

Die in Deutschland einheimischen Orchideen wachsen nur auf der Erde, haben meist eine Büschelwurzel und tragen an der Basis des Stammes eine oder gewöhnlich zwei (eine ältere und eine jüngere) runde ovale oder plattgedrückte handförmige Knollen, welche an ihrer Spitze eine Knospe (die künftige Stammaxe) erzeugen, viel Stärkemehl und Pflanzenschleim enthalten und unter dem Namen Salep als Arznei- und Nahrungsmittel von einigen Arten (Orchis morio, mas-

cula, ustulata, latifolia, Gymnadenia conopsea u. a.) gesammelt werden. Die eine (ältere) dieser Knollen, deren Knospe sich bereits zu einer neuen Pflanze entwickelt hat, ist zur Blüthezeit welk, die andere (jüngere) fest und hart. **Orchis** L., Knabenkraut (XXI, 1), mit gespornter Blüthenhülle. O. morio L., mascula L., militaris L., ustulata L., fusca Jacq., coriophora L. etc. mit ungetheilten, O. latifolia L., incarnata L., maculata L. mit handförmig 3—7spaltigen Knollen. **Gymnadenia** conopsea R. Br., mit sehr langem, dünnem und gekrümmtem Sporn, wächst vorzüglich auf Waldwiesen. G. odoratissima Rich. auf Wiesen der Alpen und Voralpen. **Platanthera** bifolia Rich. mit weißen, sehr wohlriechenden Blüthen, auf Bergwiesen und in Wäldern, und **Nigritella** augustifolia Rich., das Schweißblümchen, auf Alpen, gleichfalls wohlriechend. **Ophrys** L., Ragwurz (XXI, 1), hat ungespornte Blüthen, deren Gestalt, Zeichnung und Färbung häufig insectenähnlich erscheint. Ophr. muscifera Huds., die Fliegenblume, in Gebirgswäldern; O. aranifera Huds., die Spinnenblume, auf Kalkhügeln und Bergen. **Cephalanthera** rubra Rich., das rothe Waldvöglein, in lichten Laubwäldern, und **Epipactis** latifolia All., die breitblättrige Sumpfwurz, in Gebüschen, Laub- und Nadelwäldern, mit kriechendem Rhizom. **Neottia** nidus avis Rich., die gemeine Nestwurz, gelblich-braun, fast chlorophyllfrei (vgl. S. 145), Humusbewohner in Laub- und Nadelhölzern. Rhizom aus dicht verzweigten, fleischigen, vogelnestartig verschlungenen Fasern bestehend. Durch große Blüthen und in Form eines Holzschuhes ausgehöhlte Blüthenlippen (Labellum) ausgezeichnet ist **Cypripedium** calceolus L., der Frauenschuh (XXI, 2), in lichten Gebirgswäldern.

Classe 4. Scitamineae.

I. Ordnung: Zingiberaceae, Würzschilfe.

Mit großen, schönen, zygomorphen Blüthen; nur einem ausgebildeten Staubgefäß, fiedernervigen Blättern. Die „Würzschilfe“ gehören fast ausschließlich dem tropischen Asien an und enthalten in ihren Rhizomen und Samen ätherisches Oel und andere Stoffe, wodurch sie theils zu kräftigen Arzneimitteln, theils zu Gewürzen geeignet sind. Die knotigen Rhizome von **Zingiber** officinale Rosc. (Ostindien), Z. cassumunar Roxb. liefern den Ingwer; Z. zerumbet Rosc. den Block-Ingwer. **Elettaria** Cardamomum Whit. (Ostindien); die eckigen Früchte als „Cardamomen“ bekannt. **Curcuma** longa L., die Gilbwurz (Ostindien), enthält in ihrem gepulvert im Handel verbreiteten Rhizom den gelben Farbstoff „Curcuma“, und Curcuma augustifolia L. und leukorhiza Roxb. liefern im Stärkemehl ihres Rhizoms das „ostindische“ Arrow-Root des Handels.

II. Ordnung: Cannaceae.

Das Androeceum enthält nur einen halbseitigen Staubbeutel; die übrigen sind kronenblattähnlich gebildet und unfruchtbar, ein größeres derselben heißt Labellum. **Canna** indica L. u. a. sind bekannte Zierpflanzen. **Maranta** indica Tuss. und M. arundinacea L., beide in Westindien, enthalten das echte Arrow-Root oder Pfeilwurzmehl in ihren Rhizomen (vgl. S. 352).

III. Ordnung: Musaceae.

Sind ebenfalls in der heißen Zone heimisch. Aus dem perennirenden Wurzelstock erheben sich Stauden mit riesenhaften, mehrere Meter langen Blättern, deren lange und dicke, fast einander umschließende Blattscheiden einen Stamm von 3—4 m Höhe und 10—15 cm Dicke bilden. Die Blüthenstände meist ährenförmig, oft zahlreich in der Achsel je eines gefärbten Deckblattes. **Musa** L., Pisang, Banane oder Paradiesfeige (VI, 1). M. paradisiaca L., der gemeine Pisang, und M. sapientum L., die Banane, wachsen ursprünglich in Ostindien wild, werden jetzt häufig auch in Afrika und Amerika angepflanzt. Die ungetheilten Blätter sind 2—3½ m lang und oft über 60 cm breit. Sie werden zum Dachdecken benutzt, sowie der Bast von M. textilis Nees, von den ostindischen Inseln, den Manilla-Hanf liefert. Die etwas dreikantigen, gelben, süßen und wohlschmeckenden Beeren haben die Größe und Gestalt einer Gurke und bilden ein Hauptnahrungsmittel der Indianer. Nach der Fruchtreife stirbt der Stamm bis auf den Wurzelstock ab, und dieser treibt von Neuem aus.

Classe 5. Spadiciflorae, Kolbenblüther.

I. Ordnung: Aroideae, Arongewächse.

Der Blüthenstand bildet einen Kolben (Spadix), der von einem großen scheidenförmigen Hochblatt (Spatha) umschlossen wird. **Arum** maculatum L., der gefleckte Aronstab (XXI, 5), trägt eingeschlechtige, deckblattlose Blüthen, die ♀ unten, die ♂ weiter oben, über den letzteren noch einen Kranz verkümmerter Blüthen. In schattigen Hainen, blüht im Mai. **Acorus** calamus L., der Kalmus (VI, 1), aus Indien, wächst häufig in Sumpfgegenden und an stehenden Wassern. Die Blüthenscheide, an der Spitze des Stengels aufgerichtet, drängt den blüthenbedeckten Kolben zur Seite. Das ästige Rhizom kriecht im Schlamme hin, ist unterseits mit langen Wurzeln, oberseits mit den Narben der langen schwertförmigen Blätter besetzt und wird wegen seines stark aromatischen Geruchs und Geschmacks officinell und als Gewürz verwendet.

II. Ordnung: Typhaceae, Rohrkolbengewächse.

Sumpf- und Wassergewächse mit kolben- oder kugelförmigem Blüthenstande, ohne Spatha. Blüthen diclinisch mit 3 Staubfäden bezw. einem monomeren Fruchtknoten. **Typha** Tournef., der Rohrkolben. An dem langwalzigen Kolben sitzen die ♂ oben, die ♀ weiter unten, letztere oft an kurzen Zweigen. Das Perigon ist zu Haaren verkümmert. T. latifolia L., T. augustifolia L. **Sparganium** Tournef., der Igelkolben. Aehren kugelförmig, das Perigon besteht aus drei Schüppchen. Sp. ramosum Huds., der ästige Igelkolben, mit oben verästeltem Stengel. Sp. simplex Huds., der einfache Igelkolben, mit unverästeltem Stengel.

Classe 6. Principes.[1])

Ordnung: Palmae, Palmen.

Die Palmen sind fast ausschließlich den Tropen eigene Holzgewächse; nur die Zwerg- oder Fächerpalme, **Chamaerops** humilis L., wächst auch im südlichen Europa wild. Sie sind in ihrem Habitus, in der Inflorescenz und Frucht sehr verschieden, und keineswegs alle (an 1000 Arten) dem ästhetisch populären „Palmen"-Typus entsprechend. Die Blüthen sind zwittrig oder eingeschlechtig (monöcisch oder diöcisch), sitzen an einem meist verzweigten Kolben, dessen Basis von einer Spatha umhüllt ist. Sie hat in der Regel drei Staubgefäße und drei mehr oder minder verwachsene Stempel. Die Frucht ist bald eine Beere, bald eine Steinfrucht, bald eine holzige, zierlich geschuppte Schließfrucht. Der Stamm ist meist einfach, cylindrisch oder kuglig, oft bis 50 m hoch, seltener verästelt, bisweilen rhizomartig unter dem Boden hinkriechend. Die bisweilen colossalen Blätter (S. 187) stehen meist nur schopfartig dichtgedrängt am Gipfel des Stammes, welcher von den Blattstielen längere Strecken besetzt bleibt (S. 191). Die Blattspreite zerreißt entweder hand-, fächer- (Fig. 376) oder überwiegend fiederförmig (Fig. 377). Die Bedeutung der Palmen für den Haushalt des Menschen ist eine außerordentlich vielseitige.

Phoenix dactylifera L., die Dattelpalme, gehört zu den Fiederpalmen. Sie ist im Orient, in Aegypten, Nord-Afrika, Arabien, Palästina ꝛc. einheimisch und wird häufig daselbst angebaut. Ihre süßen Früchte, die Datteln (nur einer der drei Fruchtknoten wird ausgebildet), dienen in Arabien und weiten Landschaften Afrika's als Hauptnahrungsmittel. Im Samen wird der kleine, bei der Keimung auf dem Rücken hervortretende Embryo von einem mächtigen holzigen Endosperma eingehüllt. Der Stamm und die starken Blattstiele liefern Bau- und Werkholz, und die braunen Fasern der letzteren, sowie die Blätter, Material zu

---

[1]) „Fürsten" des Gewächsreichs nannte Linné die Palmen nach seiner ästhetischen Auffassung.



Fig. 376. Chamaerops arborescens Pers.

Geweben und Flechtwerken. Ph. reclinata Jacq. (Fig. 377) am Cap trägt weit kleinere Früchte.

Cocos nucifera L., die Cocospalme, gedeiht vorzüglich an den Seeküsten der Tropenländer. Die Frucht ist eine große Steinfrucht. Die Außenpartie des Mesokarpiums (S. 286) ist von starken Gefäßbündeln durchzogen, deren Fasern wie die der Blätter, zu Matten und gröberen, sehr festen Gespinnsten dienen; die Innenpartie ist beinhart (von Drechslern gesucht), umschließt einen großen Samen mit verhältnißmäßig kleinem Embryo. Das Eiweiß wird zur Reifezeit bis auf eine 5—10 mm dicke Kugelschale aufgelöst zur Cocosmilch. Das beinharte Endokarp



Fig. 377. Phoenix reclinata Jac.

zeigt an der Spitze ein kleines mit Endosperm ausgefülltes, kreisrundes Loch, aus welchem der Embryo beim Keimen hervortritt. Zwei blinde Oeffnungen daneben zeigen die nicht entwickelten Fruchtknoten an. Aus dem wohlschmeckenden Kern wird ein fettes Oel gewonnen, das in der Seifenfabrikation Verwendung findet. Der Stamm liefert Bauholz, die Blätter Deckmaterial für die Hütten, und Bast.

Elaëis guineensis L., die Oelpalme, ursprünglich in Afrika zu Hause, durch die Neger aber in alle Tropenländer verbreitet, enthält in dem Fleisch der pflaumenartigen Frucht, sowie in den Samen, das Palmenöl, womit die Neger

sich die Haut einreiben, und das jetzt in der Maschinenindustrie Verwendung findet. Die zertrümmerten auf Oel extrahirten Samen bilden als „Palmkernmehl" einen Handelsartikel zu Futterzwecken. Von **Areca** oleracea L., der Kohlpalme, in Brasilien u. a. Arten werden die jungen Sprossen als Gemüse gegessen. Areca Catechu Willd., die Betelpalme. Ihre Nüsse werden von einigen Völkern Asiens gekaut, wodurch die Zähne schwarz, die Lippen ziegelroth gefärbt werden. **Mauritia**-Arten (M. vinifera L. etc.) liefern in ihrem Safte das Material zur Bereitung eines süßen und angenehmen Getränkes, des „Palmweins". **Calamus** Draco L., die Drachenblutpalme, auf Sumatra und den Malayischen Inseln. Die schuppige Frucht liefert theils durch natürliche Ausschwitzung (das beste), theils durch Erhitzen, Quetschen rc. das ostindische dunkelrothe Drachenblut, welches als adstringirend früher officinell war. C. Rotang L., äußerst schlanke, dünne Stämme von 12—18 m Länge, werden als spanisches Rohr („Rattan") zu den mannichfaltigsten Zwecken verarbeitet. Aus dem Marke von **Sagus** Rumphii L., der echten Sagopalme, **Phoenix** farinifera Roxb. werden (wie aus dem Marke der verschiedenen, zur Ordnung der Cycadeen gehörenden Cycas-Arten), große Mengen Stärkmehl gewonnen und zu dem echten Sago verarbeitet. **Lodoicea** Sechellarum La Bill., auf den Sechellen, trägt die größte bekannte Baumfrucht, die Meeres-Cocosnuß (weil sie vor der Entdeckung der Sechellen nur im Meere schwimmend gefunden wurde), welche bis 47 cm lang wird bei fast 1 m Umfang, unreif gegessen, reif als Gefäß benutzt wird und viele Jahre zur Reifung bedarf. **Phytelephas** makrokarpa R. et P., die Elfenbein-Palme, in Süd-Amerika, trägt Drupa's, welche zu 6—8 (meist 7) in kopfförmigen Büscheln beisammen stehen, und deren mächtiges beinhartes Endosperm, welches bei der Keimung, wie das der Dattel, wieder weich wird, als „vegetabilisches Elfenbein" von Drechslern verarbeitet wird.

6. Section: Dikotyledoneae.

(Akramphibrya [Endumsprosser] Endl., mit Ausschluß der Gymnospermae.)

Der Same keimt mit zwei Samenlappen. Die Gefäßbündel sind auf dem Querschnitt des Stengels in einen Kreis geordnet, und von unbegrenztem Wachsthum. Die Blätter meist fiedernervig.

Cohorte I. Apetalae, Kronenlose.

Die Blumenhülle fehlt oder ist einfach, ein Perigon.

Classe: Piperitae.

Ordnung: Piperaceae.

Piper nigrum L., der schwarze Pfeffer (II. 2). Ein windender Strauch, der vorzüglich auf den ostindischen Inseln zu Hause ist. Zwitterblüthen in langen

Kolben, ohne Hülle. Fruchtknoten einfächrig. Same mit Endosperm und Perisperm. Liefert in seinen unreifen Beeren den schwarzen Pfeffer. Die reifen Früchte werden, macerirt und von der äußeren fleischigen Schale befreit, als weißer Pfeffer in den Handel gebracht. Die aromatischen, etwas bitteren, scharfen Blätter von Piper Betle L. werden mit den Früchten von Areca und anderen adstringirenden Substanzen gemischt und von den Eingeborenen des heißen Asiens gekaut. **Cubeba** officinalis Miq. auf Java. Die Früchte sind unter dem Namen „Cubeben" officinell.

Classe: Juliflorae, Kätzchenträger.

Die Bäume und Sträucher dieser Classe haben meist ungetheilte Blätter. Die in der Regel diklinischen Blüthen in Kätzchen oder Köpfchen angeordnet. Die Frucht meist einsamig; der Same endospermfrei oder der Embryo in ein Albumen eingeschlossen. Holz mit Gefäßen.

Ordnung: Casuarineae.

Größtentheils Neuholländische Pflanzen von eigenthümlichem Schachtelhalm ähnlichem Habitus, mit zapfenähnlichen Fruchtständen, da die Vorblätter der in Kätzchen stehenden ♀ Blüthen bei der Reife verholzen.

Casuarina stricta Ait., C. equisetifolia L. u. a. Arten liefern ein sehr hartes, festes Holz, das von den Eingeborenen Australiens zu schweren Streitkolben verarbeitet wird.

Ordnung: Myricaceae.

Diklinische Sträucher oder Bäume, mit nackten oder Perigonblüthen in Aehrchen, aufrechten Samenknospen im einfächrigen Fruchtknoten.

Myrica Gale L., der Gagelstrauch. Ein Kleinstrauch mit verkehrt-eiförmigen, am Grunde keilförmigen Blättern. In Norddeutschland auf feuchten torfigen Heiden, in Norwegen bis 68° 47′ n. Br. nicht seltener Strauch. Blüht im April und Mai. In Norwegen wird der Gagel („Pors") als Zusatz zum Bier gebraucht. M. cerifera L., der Wachsstrauch (Fig. 378). Nordamerika. Die kleinen blauschwarzen Beeren mit einem Ueberzug von Wachs, welcher 25 Procent ihres Gewichts ausmacht und zu Lichtern, Seife ꝛc. benutzt wird.

Comptonia asplenifolia Banks. Ein kleiner schönbelaubter Strauch aus Nordamerika.

Ordnung: Betulaceae.

Die Blüthen sind einhäusig und bilden Kätzchen, welche theils vereinzelt oder paarig, theils rispenförmig zu 2—6 auf verzweigten Blüthenstielen stehen. Die männlichen Kätzchen sind meist hangend und einfach; die Blüthen stehen dicht ge-

drängt um die Spindel, und bestehen aus einem gestielten, schildförmigen, äußeren Deckblatte und 2 oder 4 inneren, kleineren Deckblättchen; nächst diesen sind auf dem Stiele des Deckblattes entweder 3 ungetheilte Perigonblätter befestigt, von denen jedes 2 Staubblätter trägt (6 Staubblätter zweizeilig geordnet innerhalb einer Deckschuppe, Betula); oder 3 viertheilige, oder 3 blätterige Blüthenhüllen, deren jede 4 Staubblätter umschließt (12 Staubblätter in 3 vierzählige Haufen getheilt innerhalb einer Deckschuppe, Alnus). Die weiblichen Kätzchen stehen zur Zeit der Blüthe meist aufrecht; jede einzelne Blüthe besteht aus einem 3lappigen Deckblatte mit 3 freien Fruchtknoten, oder aus einem 5theiligen Deckblatte mit 2 Fruchtknoten. Die Deckblätter fallen zur Zeit der Fruchtreife entweder mit den Früchten ab oder verholzen und bleiben auch, nachdem die Früchte bereits abgeflogen sind,



Fig. 378. Myrica cerifera. A Inflorescenz; B ♂ Einzelkätzchen: a Deckschuppen mit goldigen Körnchen auf dem Rücken, b Staubbeutel.



Fig. 379. ♂ und ♀ Inflorescenz von Betula verrucosa Ehrh. a Knospenschuppen.

noch mit der Spindel verbunden. Jeder Fruchtknoten ist zweifächerig, trägt 2 fadenförmige Narben, und enthält in jedem Fache eine umgekehrte Samenknospe mit nur einer Knospenhülle. Die Frucht bleibt geschlossen, ist zusammengedrückt, häutig oder fast lederartig, ihre Oberhaut zuweilen an der Seite in einen Flügel ausgebreitet, und enthält einen eiweißlosen, hangenden Samen. Die Samenlappen sind flach. Es sind Bäume oder Sträuche mit abwechselnden, mit Nebenblättern versehenen Blättern.

Betula L., Birke (XXI, 5). Die männlichen Kätzchen entwickeln sich schon im Sommer vor der Blüthe vereinzelt, zu 2, seltener zu 3 aus blattlosen Knospen

an der Spitze der Triebe; jede einzelne Blüthe besteht aus dem gestielten, äußeren Deckblatte, 2 inneren Deckblättchen und 3 Blüthenhüllblättern, von denen jedes 2 Staubblätter trägt; die Staubfäden in der Art gabelig getheilt, daß jeder Ast eine völlig gesonderte Antheren-Hälfte trägt. Die zwei seitlichen Blüthenhüllblätter sind zuweilen, jedoch selten, bis zur Basis tief eingeschnitten, oder verkümmern auch mitunter gänzlich. Die Deckblattschuppen greifen über einander, und sind durch ein wachsartiges Secret so verbunden, daß sie bis zur Zeit der Blüthe eine für die Nässe undurchdringbare Decke bilden. Die weiblichen Kätzchen stehen einzeln, nur bei einigen ausländischen Arten zu 2—5 in einer Rispe, und erscheinen erst im Frühjahre, gleichzeitig mit dem Laube, an der Spitze eines verkürzten Seitentriebes, der unterhalb des Blüthenstandes nur wenige Laubblätter trägt, und an welchem in der Regel nur eine Blattachselknospe zur Entwicklung gelangt, die das Längswachsthum des Triebes fortsetzt. Jede Blüthe besteht aus einem 3lappigen Deckblatte (Fig. 303) und 3 nackten, zweifächerigen Fruchtknoten, von denen jeder 2 fadenförmige Narben trägt. Die Früchte, durch Abortus einsamig, sind meist geflügelt; mit ihnen fallen bei der Reife auch die Deckblätter ab und lassen die Spindel kahl zurück. Die Blätter sind stets einfach, und stehen fünfzeilig; die Knospen klein und sitzend, eiförmig und zugespitzt. Das Längswachsthum der Triebe erstreckt sich bis zum Herbst und wird nur an den männliche Blüthen tragenden durch diese schon im Sommer beschränkt. Im Ganzen 23 Arten; in Europa kommen nur wenige Arten vor, in Deutschland nur zwei einheimische baumartige, mehrere in Nordamerika und Asien.

A. Baumartige Birken.

B. verrucosa Ehrh., die mitteleuropäische Weißbirke, Rauhbirke, Steinbirke. Die männlichen Kätzchen, welche den Winter über halbwüchsig und aufgerichtet sind, kommen Ende April oder im Mai gleichzeitig mit dem Erscheinen der weiblichen Blüthenkätzchen zur vollkommenen Entwicklung, und hangen dann über (Fig. 379). Die geflügelten Früchte reifen schon Ende Juni, bleiben aber, je nach Individualität, Standort und Witterungsverhältnissen, theilweise bis in den November an ihrer Spindel sitzen. Zapfen, welche den Winter am Baume verbleiben, sind meist von Cecidomyia Betulae Htg. angestochen. Die reifen Zäpfchen sind langgestielt und hangend. Die Fruchtflügel sind größer, als bei irgend einer anderen Art, bis zur dreifachen Breite des Nüßchens (Fig. 303), mindestens aber doppelt so breit; dieselben sind nach oben stark geschultert, so daß ihr oberer Rand die Spitze der Narben erreicht oder gar überragt. Die Blätter sind herz-rautenförmig, lang zugespitzt, doppelt-gesägt, und ausgewachsen stets unbehaart. Im freien Stande trägt die Birke schon mit dem 10.—12. Jahre keimfähigen Samen, und Stockausschläge noch früher; im Schlusse erwachsen aber meist erst nach 20—30 Jahren. Der frühzeitig im Juni oder Juli abfliegende Same keimt sofort und liefert noch in demselben Jahre 15—20 cm hohe, winterharte Pflänzchen; der später abfliegende aber überwintert am Boden. Die junge Pflanze erscheint im ersteren Falle nach 2—3 Wochen, wird aber der Same erst

im Frühjahre gesäet, nach 4—5 Wochen, mit zwei kleinen, halbeiförmigen Samenlappen. Die nun folgenden Primordialblätter sind einfach-gesägt, und erst die folgenden Blattgenerationen erscheinen doppelt-gesägt. Die Birkenpflanze wird im ersten Jahre gewöhnlich 5—7 cm, in seltenen Fällen selbst bis 25 cm hoch. Die jungen Blätter, Blattstiele und Triebe sind namentlich bei jugendlichen Pflanzen behaart, doch zeigt sich schon in der frühesten Jugend zwischen den Haaren eine weißliche Ausscheidung, der Betuloretinsäure $C_{36} H_{66} O_5$, welche auf Blättern und Zweigen kleine warzige Erhabenheiten bildet (Fig. 109; 110); hierdurch unterscheidet sich die Rauhbirke constant von B. pubescens. Die Behaarung verliert sich zeitig, da die Oberhaut in der Regel schon im ersten Sommer abgeworfen wird; auch die zahlreichen harzabsondernden Drüsen dauern nur einen Sommer, hinterlassen aber auf dem unter der Oberhaut gebildeten und von ihnen durchbrochenen Periderma kleine, braune, von Kork überzogene Flecken (Linsendrüsen), welche mit den Jahren breiter werden, und so die bekannten braunen Querstreifen auf der weißen Birkenrinde darstellen. — Stockausschläge haben meist ein sehr abweichendes Ansehen; ihre Blätter sind eiförmig, zugespitzt, scharf-doppeltgesägt (mit drüsenlosen Zähnen), und häufig etwas gelappt oder am Grunde herzförmig; Zweige, Blattstiele und Blätter, letztere besonders auf den Rippen, sind meist dicht-borstig-behaart, zwischen den Haaren bemerkt man aber stets, namentlich auf der Unterseite der Blätter, Harzabsonderung. — Die Winterknospen der Birke sind spitz, nur von 3—5 Knospenschuppen umhüllt, aber reich an einem balsamisch riechenden Wachsharze. Von den Blattachselknospen entwickeln sich im Allgemeinen nur wenige, an dem äußersten Theile der Triebe befindliche zu normalen Längstrieben, alle übrigen bilden nur kleine, meist 3blätterige Kurztriebe, welche häufig von weiblichen Blüthenständen begrenzt sind, und auf dieselbe Weise, im letzten Falle mittelst einer Blattachselknospe, fortwachsen, überhaupt aber selten länger als 4—5 Jahre lebendig bleiben; an jungen Pflanzen und Stockausschlägen dagegen entwickeln sich die Blattachselknospen meist noch im Jahre ihrer Entstehung zu normalen Trieben. Die Bildung so vieler Kurztriebe, sowie das frühzeitige Absterben derselben und die davon abhängige verhältnißmäßig geringe Belaubung der Birke haben ihren Grund hauptsächlich darin, daß die Birke in hohem Grade lichtliebend ist, und daher schon eine mäßige Beschattung nicht gut verträgt. Eine Folge davon ist aber, daß das Wachsthum der Aeste und Zweige in die Dicke nicht gleichen Schritt hält mit ihrem Längenwachsthum, daher Aeste und Zweige verhältnißmäßig dünn sind, und sich deshalb bei vorschreitendem Alter in der Regel abwärts senken, wodurch die sogenannten Hangebirken entstehen; davon aber, in Verbindung mit den langen und dünnen Blattstielen, rührt es wieder her, daß die Blätter fast durchaus abwärts hangen, was wenigstens mit die Veranlassung ist, daß die Birken so wenig Schatten geben. Eine der Birke eigenthümliche Knospenform bilden die sogenannten Wurzelstockknospen, welche fast allein den Stockausschlag liefern. Wurzelausschlag erzeugt die Birke in der Regel nicht; nur bei bloßliegenden Wurzeln auf kiesigem, frischem Boden soll dies zuweilen der Fall sein. Das Periderma, welches sich zeitweise in dünnen Querstreifen ablöst und etwa vom 8. Jahre

an die weiße Birkenrinde darstellt (Fig. 32; 34), ist sehr harzreich[1]), weshalb es, wie die Blätter, der Verwesung hartnäckig widersteht, von Feuchtigkeit nicht durchdrungen wird, und daher ein Mittel abgiebt, als Unterlage verwendet, Feuchtigkeit von Schwellen und Balken abzuhalten. Am Fuße des Stammes, selten über 3 m hoch emporsteigend, bildet sich eine grobe, tiefrissige Borke, was bei B. pubescens nicht der Fall ist.

Sehr kräftige, auf lockerem Boden gewachsene, einjährige Pflanzen haben eine ziemlich gerade hinabsteigende Pfahlwurzel neben einer reichlichen Entwicklung von Seiten- und Faserwurzeln; aber schon an solchen Pflanzen läßt sich eine Biegung der Pfahlwurzel nach der Seite nicht verkennen. Bei allen minder üppigen Pflanzen erfolgt in der Regel diese Umbiegung schon 1—2 cm unter dem Wurzelknoten, und zwar ohne sichtliche Veranlassung; und die Pfahlwurzel streicht dann wie die Seitenwurzeln in der Bodenoberfläche fort, und löst sich bald in Faserwurzeln auf.

Die Rauhbirke kommt in reinen Beständen fast nur im nördlichen Deutschland vor, tritt aber auch im südlichen Deutschland, jedoch mehr vereinzelt, auf. Dem Norden Schwedens und Norwegens fehlt sie und selbst im Süden findet sie sich nur einzeln. Auch östlich scheint sie nicht über den 38. Längengrad hinauszugehen, wenigstens ist die in Rußland vorkommende Birke die Haarbirke. Wie weit sie sich nach Süden und Westen verbreitet, ist sehr unbestimmt, indem man bei den in dieser Beziehung gemachten Beobachtungen die beiden verwandten Birkenarten nicht unterschieden hat; wir wissen daher nur, daß eine baumartige Birke noch am Aetna und in den Pyrenäen, am Kaukasus und Altai vorkommt. Aus demselben Grunde sind die Angaben über die Meereshöhe, bis zu welcher die Birke ansteigt, unsicher. In den Schweizer Alpen steigt eine der beiden Birken bis über 1650 m, in den Pyrenäen bis 1790 m, im Kaukasus bis 1950 m, am Aetna bis 2175 m an; in den Bayrischen Alpen findet sich die Weißbirke baumartig bis zu 1490 m, und strauchartig noch höher. Im nördlichen Deutschland ist die Rauhbirke ein Baum der Ebene und wird im Gebirge schon bei geringer Erhebung von der Haarbirke vertreten. Im südlichen Norwegen findet sie sich, nach Schübeler, kaum höher als 560—620 m über dem Meere. Ihr natürlicher Standort ist der sandige Lehmboden, und der lehmige oder selbst leichte Sandboden, wenn letzterem nur dauernde Feuchtigkeit durch seine Lage, oder die Beschaffenheit des Untergrundes gesichert ist; sumpfigen Boden meidet sie jedoch und wird hier wieder von der Haarbirke ersetzt.

Das Birkenholz (Fig. 18) ist lederbraun mit feinen weißen Streifen (den Gefäßreihen). Die Gefäße stehen auf dem Querschnitt semmelförmig bis 6 zusammen; die Markstrahlen haarfein, gleichartig. Die Jahresringe undeutlich, das Mark dreieckig abgerundet. Die Haltbarkeit des Birkenholzes ist kaum größer, als die des Weidenholzes; in feuchter Luft wird es gewöhnlich in Jahresfrist vollkommen morsch (zersetzt sich auch im Boden außerordentlich rasch). Es eignet sich

[1]) Sie enthält 10—12 Proc. Birkenkampfer oder Betulin, ein Stoff, der sich unmittelbar den Harzen anreiht.

daher nicht zu Bauholz, dagegen ist es ein geschätztes Möbelholz (Gartenmöbeln), besonders die maserigen Stämme, und wird auch zu Wagnerarbeiten, Schnitzereien, Schuhnägeln, Cigarrenkistchen ꝛc. verwendet. Seine Brennkraft ist gut. Sp.-Gew. i. M. grün 0,945, lufttrocken 0,611. Aus dem Reisig werden Besen gemacht; die borkige Rinde wird in der Gerberei als Zusatz zur Treibfarbe und auch zum Gerben des Juftenleders angewendet, und aus der weißen Rinde wird der Birkentheer, Deggut oder Doggert, dargestellt, mit welchem das fertige Juftenleder eingerieben wird, und dem dasselbe seinen Geruch verdankt. Das farblose Birkenöl wird durch Destillation aus dem Birkentheer gewonnen, dient zur Bereitung von Fruchtsäften. Aus dem Laube der Birke wird das sogenannte Schüttgelb gemacht.

Abarten: B. mikrophylla Regel (B. aetnensis Rafin.) mit 2—2½ cm langen, delta- oder eiförmigen Blättern, deren Basis keilförmig. B. laciniata Wahlbg., Blätter tief fingerig eingeschnitten; in Dalarne bei Lilla Ornas (60° 30′ n. Br., 33° 15′ ö. L.) im Jahre 1767 wild aufgefunden. B. lobulata Reg., Blätter seitlich eingeschnitten, fast gelappt, gezähnt, Zähne dreieckig zugespitzt. B. urticaefolia Hort., die nesselblättrige Birke. Mit unsymmetrischen, sehr tief eingeschnittenen Blättern und zahlreichen Langtrieben aus den Kurztrieben, wodurch die Krone ein eigenthümliches Aussehen erhält.

B. pubescens Ehrh. (B. alba L., B. odorata Bechst.), die Haarbirke, Ruchbirke. Unterscheidet sich von der vorigen vorzüglich durch folgende Merkmale: Die Flügel der Frucht sind weniger breit und nach oben gar nicht, oder doch nicht über die Basis der Narben hinaus erweitert; Deckschuppen ungleich-dreispaltig mit sehr kurzen und abgerundeten seitlichen Lappen; die Blätter sind rundlich, rautenförmig, spitz oder zugespitzt, einfach- oder doppelt-gesägt, mit stumpferen Zähnen, in der Jugend nebst den Blattstielen und Trieben filzig-behaart, aber ohne jede Wachsharzabsonderung; ihre Adern treten auf der Unterseite deutlich hervor. Mit dem Alter der Blätter schwindet bisweilen die Behaarung bis auf geringe Spuren, doch bleiben meist auch an alten Pflanzen Haarbüschel in den Achseln der unteren Blattrippen. Die Rinde bleibt auch am Fuße des Stammes bis im hohen Alter weiß und glatt. Sie wird in Norwegen zu mancherlei Gefäßen, Schnupftabaksdosen, Pfeifenrohren, Schuhen und zum Dachdecken auf Bauerhäusern verwendet.[1]) Die Haarbirke blüht einige Tage später, als B. verrucosa. Sie findet sich vorzüglich in Schweden, Norwegen und Rußland, bis an deren nördlichsten und östlichsten Grenzen, aber auch überall im südlichen und westlichen Europa, mit Ausnahme der pyrenäischen Halbinsel und Griechen-

---

[1]) Vielfach sind z. B. in Valders-dale die Rauhbirken in Mannshöhe auf ⅓—½ m Länge ihrer weißen Außenrinde beraubt, und erscheinen von ferne wie mit einem braunschwarzen Bande umwunden. Die abgelösten Rindenstücke werden zum Dachdecken wie folgt verwendet. Auf eine Unterlage von Holzschindeln kommt eine Lage Birkenrinde, so daß ein Stück dachziegelförmig über dem anderen liegt, den größten Theil des unterliegenden Stückes deckend. Das giebt eine schwer zerstörbare dichte Decke. Auf diese kommt Erde, darüber Plaggen, die unter besonderen Umständen noch mit schweren Steinen belegt werden, in der Regel aber sich dicht vereinigend und durch die Wurzeln des hohen Rasens, der sich auf ihnen entwickelt, noch enger zusammengehalten, einen genugsamen und sehr warmen Schutz gewähren. Die Dächer sind sämmtlich begrünt; die Ernte an Heu wird bisweilen mit in Calculation gezogen für die Winterfütterung.

lands, zieht sich jedoch hier mehr in die Gebirge zurück. Auch in verticaler Erhebung steigt sie weit höher, als die Weißbirke. In den bayerischen Alpen findet sie sich baumartig bis zu 1500 m und soll strauchartig sogar bis zu 2355 m vorkommen; in Norwegen findet sie sich unter 70° 10′ noch 260 m über dem Meere, und bei 60° bis zu 1100 m. Sie liebt einen höheren Feuchtigkeitsgrad des Bodens, so daß sie selbst auf Moorboden gedeiht; auf Torfboden zeigt sie jedoch stets einen verkrüppelten, strauchartigen Wuchs.

Abarten: B. glutinosa Wallr. (B. rhombifolia Tausch.). Die Deckblattschuppen der Fruchtzäpfchen fingerförmig-dreispaltig mit gleich langen, schmalen, und getrennten Lappen. B. carpathica W. K. Schuppenlappen vorgestreckt oder seitwärts gebogen. B. odorata Bechst. mit oberseits sehr klebrigen, wohlriechenden Blättern. B. parvifolia Reg.

B. Strauchbirken.

B. intermedia Thomas (B. alpestris Fries), die große Strauchbirke, Alpenbirke hat sehr kleine, rundliche Blätter, welche oft breiter, als lang, unten netzaderig, und am Rande fast doppelt-kerbzähnig sind mit spitzigen Kerben. Die Blattstiele sind 1/3—1/2 so lang, als die Blätter, und nebst den Blättern kahl; die jungen Triebe etwas behaart, aber ohne Wachsabsonderung. Der Stiel der bis 2,5 cm langen, walzigen, weiblichen Kätzchen oft 3/4 so lang, als das Kätzchen. Die Deckblattschuppen der Fruchtzäpfchen fingerförmig mit schräg abgestutzten, kürzeren Seitenlappen; die Flügel der Frucht erheben sich nicht über die Basis der Narben, sind so breit als die Nuß, und letztere ist sammt den Flügeln viel breiter als lang. Die Alpenbirke wächst strauchartig, sehr ästig, wird aber selten höher, als 3 m, und findet sich auf torfigen Stellen der Schweizer Alpen, in Norwegen, Nordschweden, Lappland.

B. fruticosa Pall. (humilis Schrnk.), die gemeine Strauchbirke. Die jungen Triebe, Blattstiele und Blattrippen sind vor der völligen Ausbildung hinfällig und zerstreut behaart; erstere zeigen reichliche Absonderung von Wachsharz. Die Blätter sind rundlich oder oval, unterseits netzaderig und hellgrün, oberseits dunkelgrün, theils gesägt, theils gekerbt mit spitzigen Kerben. Die Fruchtzäpfchen sind eiförmig, kurzgestielt und aufrecht, mit lanzettförmigen, 3 lappigen Deckblattschuppen (die seitlichen Schuppen kürzer) und sehr schmal geflügelten Früchten. Sie bildet einen 2/3—3 m hohen Strauch, und findet sich auf Torfbrüchen am nördlichen Abhange der Alpen (z. B. Schönramm bei Laufen), in den Karpathen und im nördlichen Deutschland; fehlt in Norwegen und Finland.

B. nana L., die Zwergbirke. Die Blätter sind klein, rund, nierenförmig abgerundet, in dem Blattstiel keilförmig verschmälert, stumpf gekerbt, kurz gestielt, und netzaderig. Die jungen Triebe sind dicht flaumig-behaart ohne Absonderung von Wachsharz. Die Fruchtzäpfchen eiförmig, aufrecht, kurz-gestielt, oder sitzend, mit fingerförmig-dreispaltigen Deckblattschuppen, und schmal-geflügelten Früchten. Sie bildet einen kleinen, 3—4 m weit hinkriechenden Strauch, und findet sich vorzüglich in Norwegen und Schweden, Finland und Lappland, sowie in den Gebirgen

Schottlands; in Deutschland auf Torfbrüchen der Alpen und Voralpen (Schönramm), am Harz, in der Nähe des Brockens, 600 m über dem Meere, in den Sudeten, im Glatzer Gebirge (auf den „Seefeldern“) 2c.

B. pendula, die Hangebirke, ist keine besondere Varietät; sie bildet sich an verschiedenen Birkenarten, namentlich nach reichlichen Fruchtjahren und mit zunehmendem Alter des Baumes, unter der Wirkung der Schwerkraft aus. Die Blätter der Hangebirke pflegen schmaler, die Blattstiele länger zu sein.

In Parks und Gärten werden noch folgende baumartige Nordamerikanische Birken cultivirt: B. lenta L. (B. carpinifolia Ehrh.) mit Carpinus-ähnlichen Blättern. B. nigra L., die Schwarzbirke; B. excelsa Ait., B. papyrifera Mich., die Papierbirke; B. populifolia Willd.

Parasiten der Birke: An den Blättern: Phyllactina (Erysiphe) guttata Lév.; Fumago salicina Tul.; Exoascus Betulae Fuck.; Melampsora betulina Desm.; Kalokladia (Erysiphe) penicillata Lév.; Glocosporium Betulae Fckl. Am Stamm: Polyporus Betulae. An der Wurzel: Agaricus melleus.

Alnus Tournef., Erle, Eller (XXI, 3). Männliche und weibliche Kätzchen erscheinen meist schon im Sommer vor der Blüthe und verlängern sich bedeutend beim Aufblühen (März oder April) vor dem Ausbruch des Laubes. Bisweilen erscheinen aber auch die weiblichen Blüthen erst im Frühjahre zugleich mit dem Laube aus gemischten Knospen (Alnus viridis [Fig. 228]), und bei mehreren ausländischen Arten stehen männliche und weibliche Kätzchen an im Frühjahre entwickelten Zweigen. Die Deckblätter der männlichen Kätzchen sind schildförmig und gestielt; ein jedes trägt an seinem oberen Rande 4 innere Deckblättchen und auf dem Stiele 3 Blüthen, von denen eine jede innerhalb einer 4theiligen oder 3blätterigen Blüthenhülle 4 Staubblätter trägt; die Staubfäden sind ungetheilt, oder an der Spitze nur ganz seicht gespalten, die Staubbeutelhälften völlig getrennt oder unvollständig durch das Mittelband verbunden. Die weiblichen Kätzchen stehen in Rispen; ein jedes Deckblatt derselben trägt nach innen 4 Deckblättchen, von denen 2 in der Mitte und 2 am unteren Rande befestigt sind; an der Basis eines jeden der beiden ersteren steht ein 2fächeriger Fruchtknoten mit 2 Narben. In jedem Fruchtknotenfache befindet sich eine Samenknospe, von denen aber regelmäßig nur eine zur Entwicklung gelangt, so daß die meist ungeflügelte Nuß (Fig. 230) einsamig erscheint. Die Ränder der Deckblätter tragen Drüsen, welche Harz absondern, durch welches das Kätzchen äußerlich und innerlich verklebt, und so während des Winters vor den Witterungseinflüssen geschützt wird. Während der Entwicklung der Frucht verwachsen die Deckblättchen mit dem Deckblatte, verholzen, und bilden so, indem sie auch noch nach dem Abfalle der Früchte mit der Spindel verbunden bleiben, ein holziges Zäpfchen (Fig. 230). Der die männlichen Kätzchen tragende Zweig fällt bald nach der Bestäubung ab; der die weiblichen Kätzchen tragende Zweig stirbt zwar nach dem Abfliegen der Früchte auch ab, wird aber erst im Laufe des folgenden Sommers sammt den Zäpfchen abgestoßen. Die Winterknospen sind groß und werden bloß von den Nebenblättern des ersten Blattes bedeckt. Das Längswachsthum erstreckt sich bis zum Herbst, wenn demselben nicht vorher durch Entwicklung von Blüthenständen ein Ziel gesetzt wird.

A. glutinosa Gaertn., die Schwarzerle, Erle, Urle, Else. Die Blüthenhüllen der männlichen Blüthen sind 4theilig. Die Blätter stehen 5zeilig, und sind vorherrschend verkehrt-eirund mit keilförmiger Basis und stumpfer, meist ausgerandeter Spitze, in üppigem Wuchs mitunter fast kreisrund mit rundlicher Basis, am Rande sehr unregelmäßig doppelt-gesägt, gegen die Basis hin meist ganzrandig; ihre obere Fläche ist glänzend grün, drüsenreich, mehr oder weniger, besonders in der Jugend, klebrig, und trägt einzelne, dicht anliegende Haare, welche jedoch dem üppig gewachsenen Laube meist fehlen; die untere Fläche ist haarlos mit Ausnahme der stark bärtigen Rippenwinkel, deren anfangs gelbliche, später roströthliche Behaarung sich selbst auf die Blattrippen, den Blattstiel und die jungen Triebe ausbreitet. An kräftigem Laube junger Schößlinge erlischt diese Behaarung nicht selten bis auf geringe Spuren in den Rippenwinkeln. Die Länge des Blattstieles, welcher drei Gefäßbündel aus dem Zweige empfängt (Fig. 170), beträgt etwa ¼ der Blattlänge. Die männlichen und weiblichen Blüthenstände erscheinen schon im Sommer (Juli) vor der Blüthe, indem zuerst am Ende eines Triebes sowohl aus Blattachselknospen, als aus der Endknospe verhältnißmäßig langgestielte männliche Blüthenkätzchen zum Vorschein kommen, während zugleich die zugehörigen Tragblätter allmählig immer kleiner und zuletzt ganz schmal, fast linien- oder schuppenförmig werden; bald darauf entwickeln sich eine oder mehrere der zunächst unter dem ersten männlichen Blüthenkätzchen befindlichen Blattachselknospen zu verzweigten, nur weibliche Blüthenkätzchen tragenden, mit zu Schuppen verkümmerten Tragblättern versehenen Trieben. Beiderlei Blüthenstände entwickeln sich sehr früh im Jahr (bei uns oft schon Ende Februar) vor dem Laubausbruche. Später setzt die zunächst unter den Blüthenständen befindliche Blattachselknospe das Längswachsthum des betreffenden Haupttriebes fort. Die ungeflügelten, verkehrt-eiförmigen Früchte reifen im September oder October, bleiben jedoch den Winter über in den geschlossenen Zäpfchen; diese öffnen sich meist erst im Februar oder März, um die Früchte auszustreuen. Die Erle trägt in geschlossenen Beständen selten vor dem 40. Jahre keimfähigen Samen, bei freiem Stande jedoch schon im 12.—20. Jahre; durchschnittlich steht alle 3—4 Jahre ein fruchtbares Samenjahr zu erwarten. Der Erlensame bleibt mehrere Jahre keimfähig, mit abnehmender Keimungsenergie; aus älterem Samen erzielte Pflänzchen sind stets schwächlich. Die junge Pflanze erscheint 5—6 Wochen nach der Aussaat im Frühjahre. Die Samenlappen (Fig. 193) sind klein, gestielt, rundlich oder verkehrt-eiförmig, ganzrandig, am Grunde in das Stielchen verlaufend; die folgenden Blätter sind rundlich, stark-, hie und da doppelt-gesägt, und wie der Stengel und die Blattstiele mit weißen, kurzen, borstenförmigen Haaren, namentlich am Rande besetzt. Die Pflanze erreicht unter günstigen Verhältnissen im ersten Jahre eine Höhe von 12—15 cm. In der Wassercultur erreicht sie sehr beträchtliche Dimensionen (Fig. 380)[1]. Der Höhenwuchs der Erle culminirt etwa im 15. Jahre; ihr Massenzuwachs im 40.—50. Jahre. Die Kronenverbreitung

[1]) Vergl. Tharander forstl. Jahrbuch **30** (1880), 1.



Fig. 380. Alnus glutinosa Willd. in der Wassercultur zu Tharand 1877, 1878 und 79 erzogen, im Alter von 2, 14 und 26 Monaten ($^1/_{10}$ nat. Gr.).

der Schwarzerle als Oberholz ist größer, als die der Birke, die Form der Krone sehr variabel. Die Winterknospen sind stumpf-eiförmig, trocken, dunkelrothbraun mit bläulichem Dufte überzogen, und sitzen auf einem kurzen Stiele (Fig. 170); in denselben ist die Entwicklung der ersten Blätter schon ziemlich weit vorgeschritten, und jedes dieser Blättchen hat 2 Nebenblätter, von denen die des untersten außergewöhnlich dick sind, und allein die Knospendecken bilden (Fig. 212, 1 u. 2). In Folge des Mangels eigentlicher Knospenschuppen fehlen auch die Kleinknospen, dagegen finden sich häufig unterständige Beiaugen. Die jüngsten Triebe zeigen Linsendrüsen, sind meist klebrig und ihr Mark ist im Querschnitt stumpf-dreieckig. Die Rinde kräftiger einjähriger Triebe jüngerer Pflanzen ist bräunlich-grün, unbehaart, mit großen Linsendrüsen, und jenen Drüsen besetzt, welche die flüssige, klebrige Substanz absondern, die beim Vertrocknen ein bläulich-weißes Wachsharz zurückläßt. Durch letzteres erscheint die Rinde oft bläulich beduftet. An den jährigen Trieben älterer Pflanzen und überhaupt bei minder kräftiger Entwicklung der Triebe sind dieselben blaß-rostroth behaart, während die Zahl der Drüsen abnimmt. Die Oberhaut zerreißt im 2. Jahre in Form silbergrauer Schuppen, eine dünne Korkschicht ersetzt sie, worauf die Rinde schmutzig-olivengrün erscheint. Die alte Rinde ist borkig. An den Zweigen finden sich bisweilen Fasciationen (Fig. 162). Die Bewurzelung ist nach dem Standorte sehr verschieden. Auf lockerem, tiefgründigem, nicht zu nassem Boden theilt sich die Hauptwurzel schon bald in 3—4 Stämme, welche in schräger Richtung tief in den Boden eindringen; auf flachgründigem, sowie auf nassem Boden spitzen sich diese rasch zu, während zahlreiche Seitenwurzeln flach in der Oberfläche des Bodens verlaufen. Nicht selten finden sich an der Wurzel junger Pflanzen knollig traubige Wucherungen von braungelber Farbe, welche bisweilen die Größe eines Hühnereies erreichen (Fig. 118); es sind dies sehr verkürzte Wurzeläste von wiederholt gabliger Verzweigung, welche den Wucherungen des Myceliums von Schinzia Alni Wor. ihren Ursprung verdanken. Die Erlenwurzel trägt ferner nicht selten masrige Anschwellungen. Die Ausschlagsfähigkeit der Erle ist größer, als die der Birke; sie schlägt zwar auch vorzüglich am Stocke (selbst alter Bäume) dicht über oder unter dem Boden aus, allein stets in Folge des Abhiebes durch Adventivknospen; vorgebildete Wurzelstockknospen, wie bei der Birke, finden sich hier nicht, eben so wenig liefert sie Wurzelbrut, wie die Weißerle.

Die Schwarzerle findet sich in Europa nördlich bis Schweden (63° 20′), in Norwegen bis 63° 47′ bei 324 m Meereshöhe und in Finland. Südlich verbreitet sie sich über ganz Europa bis Gibraltar, und kommt selbst an der Nordküste Afrikas und bis zum Kaukasus vor. Ihre verticale Erhebung ist nicht bedeutend; am Harze findet sie sich über 650 m nur noch vereinzelt und kümmernd, in den Alpen und Karpathen bleibt sie bei 1135—1300 m auch schon zurück; in Südbayern findet sie sich baumartig (nach Sendtner) nur bis zu 844 m. In größter Ausdehnung tritt sie auf Moorboden der Ebenen auf, den üppigsten Wuchs zeigt sie aber auf lockerem, humosem, lehmigem Sandboden, welcher im Bereiche der Wurzeln nie eigentlich naß ist, dem aber doch ein höherer Feuchtigkeitsgrad

nicht abgeht. Selbst auf reinem Sandboden gedeiht die Erle bei genügender und dauernder Bodenfeuchtigkeit recht gut; dagegen meidet sie jeden Boden, der, wenn auch nur kurze Zeit im Jahre, bis zu größerer Tiefe austrocknet, desgleichen stark bindenden Boden. Sie scheint vorzüglich kieselreichen Boden zu lieben.

Das Erlenholz ist von großen und kleinen Markstrahlen durchzogen; die Gefäße sind sehr fein, gleichmäßig vertheilt; daher erscheint das dem Haselholz ähnliche Holz sehr dicht, die Jahresringe nach außen dunkler. Es ist bei abwechselnder Nässe und Trockenheit sehr vergänglich und daher als Bauholz von geringem Werthe; dagegen hat es in beständiger Nässe eine fast eben so große Dauer, wie das Eichenholz, und wird daher besonders zu Röhrenleitungen geschätzt; es ist weich, brüchig, spaltet und reißt leicht, nimmt eine schöne Beizfarbe an und wird zu verschiedenen Schnitzwaaren, Holzschuhen, Trögen, Schaufeln 2c. benutzt. Als Brennholz ist es trocken aufzubewahren, sonst schwindet es stark. Ein Kubikmeter Erlenschaftholz wiegt im Mittel grün 810 kg, lufttrocken 550 kg. Die Rinde gebraucht man zum Gerben und Schwarzfärben, und die Blätter liefern ein gutes Viehfutter.


Fig. 381. Zweig von Alnus laciniata Willd. (1/3 nat. Gr.).

Von der Schwarzerle werden nach Maßgabe der Form und Behaarung der Blätter mehrere Abarten unterschieden: A. denticulata Regel, quercifolia Willd., laciniata Willd. (Fig. 381), incisa Willd.

A. incana Willd., die Nordische, Grau- oder Weißerle. Ist der vorigen ähnlich, aber die Blätter sind eiförmig, spitzig oder kurz zugespitzt, scharf doppelt-gesägt, unten bläulichgrün, flaumhaarig oder, wie die männlichen Kätzchen, grauweiß-filzig-behaart. Die Ausscheidung des klebrigen Wachsharzes auf der Oberfläche der Blätter und Triebe ist unmerklich. Die Rinde ist silbergrau und glatt. Die Wurzeln weniger tief streichend. Sie liefert daher reichliche Wurzelbrut, läßt sich auch leicht durch Stecklinge vermehren.

Die Weißerle ist vorzüglich im Norden Europas, in Finmarken bis zum 70° 30′, wo sie sich noch in einer Höhe von 390 m findet, allgemein verbreitet; im Süden gehört sie fast nur dem Gebirge an. Im nördlichen Deutschland findet sie sich in der Ebene, wahrscheinlich nur in Folge künstlichen Anbaues; in den Alpen ist sie vorzüglich auf den Diluvialgebilden der Thäler zwischen 970—1296 m Meereshöhe heimisch, und findet sich in den bayerischen Alpen noch bis zu einer Höhe von 1400 m baumartig, steigt aber auch bis in die Ebene herab; auch auf der Rhön kommt sie nicht selten vor. Sie liebt einen geringeren Feuchtigkeitsgrad, als die Schwarzerle, doch sagt ihr ein frischer Boden vorzüglich zu. Auf saurem Boden gedeiht sie nicht. Sie ist im Allgemeinen dem Kalke zugethan, daher findet sie sich im südlichen Bayern überall an Flüssen und Bächen, welche Kalkkies führen, während an solchen, welche Kieselkies führen, die Schwarzerle zu Hause ist.

Das Holz ist weißer und zäher, als das der Schwarzerle, mit einerlei (feinen) Markstrahlen; soll etwas mehr Brennkraft haben, ist aber nicht zu Wasserbauten tauglich. Jüngere Stämme werden zu Faßreifen und Geschirrhölzern benutzt.

A. pubescens Tausch., die Bastarderle. Sie nähert sich in der Form der Blätter der Schwarzerle; dieselben sind aber unten flaumig oder fast filzig, jedoch ist die Behaarung so wenig dicht, daß die Blätter auch unten grün erscheinen. Die Haare sind blaß-rostroth gefärbt. Außerdem kommt sie fast ganz mit der Weißerle überein. Sie findet sich an feuchten Orten in Baden, Böhmen, in der Schweiz; auch in den Karpathen und in Lappland ist sie beobachtet worden.

A. viridis Dec. (A. ovata Schrnk.), die grüne oder Bergerle, Bergdrossel (Fig. 228). Blätter oval, beiderseits gleichfarbig, seitlich oder kurz zugespitzt, scharf doppelt-gesägt, mit kurzbehaarten Rippen auf der Unterseite; ihr Stiel unbehaart. Die Blüthenhüllen der männlichen Blüthen bestehen meist aus 3 getrennten Blättern, welche die Staubblätter nicht umschließen, sondern sich so an einander reihen, daß alle 12 Staubblätter gleichsam zusammen von einer 9blätterigen Hülle umschlossen werden; seltener besteht die Blüthenhülle, namentlich der Mittelblüthe, aus 4 oder selbst 5 getrennten Blättchen. ♂ und ♀ Kätzchen entspringen aus verschiedenen Knospen; erstere kommen einzeln oder zu zwei schon im Herbst vor der Blüthe aus blattlosen End- oder Blattachselknospen an der Spitze der Triebe zum Vorschein, während die letzteren zu 2—5 in einer Rispe an der Spitze beblätterter Triebe gleichzeitig mit den Blättern erst im Frühling hervorbrechen. Die Blüthen entwickeln sich im Mai, auf den höheren Alpen erst im Juli. Die geflügelten Früchte reifen im September. Die Knospen sind ungestielt, die jungen Triebe dreikantig kahl, rothbraun, mit vielen Drüsen besetzt; die älteren Zweige walzenförmig, dunkel-aschgrau, mit länglichen braunen Warzen. Sie bildet einen bis 3½ m hohen Strauch, liefert reichlichen Stockausschlag. In den Hochalpen findet sie sich vorzüglich zwischen 1400—2000 m über dem Meere und überzieht daselbst oft weite Strecken. In den Vorbergen der Bayrischen Alpen tritt sie aber weit unter dieser Höhe bei 975 m wieder zahlreich auf und kommt selbst stellenweise in der Ebene bei 300 m einzeln vor. Vereinzelt findet sie sich auch auf dem Schwarzwalde. Ihre nördliche Grenze erreicht sie am Brocken, ihre nordöstliche in den Sudeten.

Parasiten der Erle: Auf den Blättern: Phyllactina guttata Lév.; Kalokladia (Erysiphe) penicillata Lév.; Discosia Alnea Fr.; Stigmatea Alni Fckl.; Cladosporium bacilligerum Mont.; Exoascus Alni de Bary. An den Wurzeln: Schinzia Alni Wor., traubige Knollen erzeugend.

Fossile Betulaceen: Betulites Göpp., Alnites Göpp.

Ordnung: Cupuliferae, Becherfrüchtige.

Die Blüthen sind einhäusig; die männlichen bilden mehr oder weniger verlängerte, oder auch kugelige Kätzchen, die weiblichen stehen einzeln oder zusammengehäuft, oder bilden ebenfalls verlängerte Kätzchen; letztere bestehen aus einem 2—6fächerigen, unterständigen Fruchtknoten, welcher in jedem Fache 1—2 um-

gekehrte, hangende Samenknospen enthält, und auf seiner Spitze eine Blüthenhülle, mit gezähneltem, oft verschwindendem Rande, und 2—6 an der Basis häufig verwachsene Narben trägt. Die Frucht ist eine durch Verkümmerung einfächerige und in der Regel auch einsamige Nuß, welche entweder nur an der Basis von einem Fruchtbecher umgeben ist, oder es sind 2 oder mehr Früchte ganz von einem gemeinschaftlichen Fruchtbecher umschlossen; oder die Nuß ist am Grunde von einer blattartigen, grüngefärbten Hülle, einem falschen Fruchtbecher, umgeben, deren Lappen häufig über jene hinausragen. Die Samen sind eiweißlos, und entwickeln ihren Embryo erst dann rasch, wenn die Früchte schon weit in der Entwicklung vorgeschritten sind. Diese Ordnung zerfällt in zwei Tribus.

Tribus 1. Corylaceae.

Die Nuß ist von einem falschen Fruchtbecher (Cupula), umhüllt; der unterständige Fruchtknoten hat zwei wandständige Samenträger, von denen aber nur einer fruchtbar ist; die umgekehrten Samenknospen haben nur ein Integument, die männlichen Blüthen keine Blüthenhülle; die Staubfäden sind getheilt; jede Staubbeutelhälfte ist einfächerig, erscheint aber äußerlich wegen der tiefen Längsfurche zweifächerig, und trägt auf dem Scheitel einen Haarschopf.

Corylus L., Hasel (XXI. 5). Die einhäusigen Blüthen entwickeln sich aus End- und Seitenknospen, und zwar erscheinen die männlichen schon im Herbste als cylindrische Kätzchen, welche im folgenden Februar oder März, bisweilen noch früher, gleichzeitig mit den weiblichen Blüthen, zur Entwicklung gelangen. Jede ♂ Blüthe besteht aus einer ziemlich fleischigen Schuppe, welche acht kurzgestielte, einfächerige, mit einem kurzen Haarschopfe gekrönte Staubbeutel trägt, die zu beiden Seiten der Mittelrippe geordnet sind. Die weiblichen Blüthen unterscheiden sich äußerlich von einer gewöhnlichen Knospe nur durch die aus deren Spitze hervorbrechenden purpurrothen, fadenförmigen Narben (Fig. 340). Diese Knospe entwickelt sich zu einem gewöhnlichen, mit Blättern besetzten Sproß, und trägt nur an ihrem Ende die weiblichen Blüthen. Mehrere über einander stehende Deckblätter tragen in ihren Achseln je zwei Blüthenanlagen, von denen aber in der Regel nur wenige zur vollständigen Ausbildung gelangen. Jede ♀ Blüthe besteht aus einem sehr kleinen, an der Basis von einem blattartigen, grünen, fünfzähligen Perigon umgebenen zweifächerigen Fruchtknoten, der zwei lange rothe Narben trägt und in jedem Fache eine Samenknospe enthält, von denen sich aber regelmäßig eine nicht entwickelt; hierdurch wird die Scheidewand der beiden Fächer auf die Seite gedrängt und bildet dann am reifen Samen einen faserigen, seitlich herablaufenden Strang. Die Bildung des Keimes in der Samenknospe und damit deren rasche Fortentwicklung erfolgt bei uns erst gegen Ende Juni, zu welcher Zeit die Nuß schon fast ihre volle Größe erreicht hat, und innen mit einem lockeren, weißen Zellgewebe erfüllt ist, welches nach und nach ganz resorbirt wird (Fig. 281). Etwa 6 Wochen nach der Befruchtung, nachdem der Längstrieb sich bereits ausgebildet hat, und die Laubblätter herangewachsen sind, entwickelt sich die zur Zeit der Blüthe ganz unansehnliche, die Basis eines jeden Fruchtknotens umgebende

Hülle zu einem falschen Fruchtbecher, welcher zur Zeit der Fruchtreife groß, blattartig und an der Spitze zerschlitzt ist. Der Anlage nach besteht die Hülle aus 3 Blättern, von denen aber das mittlere in der Regel verkümmert. Die Frucht ist eine holzige, mit einem großen Nabel bezeichnete, einsamige Nuß, deren sich meist nur 2—3, selten bis sieben an einem Triebe neben einander finden, da die tiefer gelegenen Blüthen früher oder später verkümmern; der Same ist eiweißlos mit dicken, fleischigen Samenlappen.

Diese Gattung ist nicht reich an Arten: man kennt in Europa nur deren drei, und außerdem zwei bei uns völlig ausdauernde Species aus Nordamerika: C. americana L. und C. rostrata L., welche dadurch ausgezeichnet sind, daß die Schuppen der männlichen Kätzchen in lange, fast fadenförmige Spitzen auslaufen; bei der ersteren finden sich meist 3 kleine Nüsse in einem Fruchtbecher; bei der letzteren mehrere knäulförmig in einem tief eingeschnittenen Fruchtbecher.

C. Avellana[1]) L., die Haselnuß. Die Cupula ist glockenförmig, gegen die Spitze erweitert, zerrissen gezähnt, und reicht nicht über die Nuß hinaus (Fig. 382). Die Blätter stehen zweizeilig, an üppigen Schößlingen dreizeilig, und sind rundlich, herzförmig mit kurzer Spitze, am Rande doppelt gesägt, und in der Jugend auf beiden Seiten mit langen, grauweißen Haaren bedeckt, welche sich am ausgewachsenen Blatte nur noch einzeln auf den Blattrippen und büschelweise in den Winkeln derselben finden; die Blattstiele sind an der Basis von zwei lanzettförmigen Nebenblättern besetzt, welche, wie die jungen Triebe, rothe Drüsenhaare tragen. Die Winterknospen sind stumpf abgerundet, ihre 8—9 Schuppen rothbraun, stark zusammengedrückt, mit wenigen weißen Härchen und am Rande mit weißen Wimpern besetzt; die jungen Triebe mehr oder minder stark behaart oder selbst zottig. Sie blüht unter allen Holzpflanzen am frühesten, oft schon im Februar, und die Früchte reifen im September. Aus Samen erzogene Pflanzen tragen selten vor dem 10. Jahre keimfähigen Samen, Absenker und Wurzelschößlinge oft schon weit früher. In Beständen trägt sie alle 3—4 Jahre reichlich; isolirte Sträucher auf gutem Boden jährlich. Der Same erhält sich, selbst bei sorgfältiger Aufbewahrung, kaum bis zum nächsten Frühjahre keimfähig, erfriert auch leicht und wird zweckmäßig schon im Herbst $2^1/_2$—$3^1/_2$ cm tief gesäet. Die junge Pflanze erscheint zeitig im Frühjahre, und läßt die Samenlappen, an deren äußerer Seite unmittelbar über dem Stiele sich zwei fleischige, schuppenförmige Ansätze (rudimentäre Nebenblätter befinden, in der Erde zurück (Fig. 136). Die senkrecht eindringende Pfahlwurzel entwickelt schon im ersten Jahre, dicht unter dem Boden, Wurzelfasern in großer Zahl, welche sich vom 3. Jahre an stark entwickeln, während die Pfahlwurzel zurückbleibt; und namentlich entwickelt sich eine der flach verlaufenden Seitenwurzeln schon sehr früh zu überwiegender Stärke und Länge. Diese Wurzel ist es, welche zuweilen wahre Wurzelbrut treibt. Dicht über der Wurzel theilt sich der Stamm sehr früh in mehrere Schäfte, die nach der Hinwegnahme durch neue Schößlinge ersetzt werden; letztere entwickeln sich an der Wurzel oder unter

[1]) Wahrscheinlich von der Stadt Avellino in Neapel

der Erde tief am Stocke, laufen einige Zoll weit unter der Bodenoberfläche hin, und wachsen dann zu graden, schlanken Schößlingen heran, die bei höherem Alter der Pflanze eigene Wurzeln treiben, und sich dadurch vom Mutterstamme unabhängig machen. Auf manchen Standorten entwickeln sich fast jährlich Wurzelschößlinge auch ohne vorhergegangene Verletzung der Pflanze. Am Stamme treibt die Hasel nur in außergewöhnlichen Fällen Adventivknospen, und da auch die Zahl der Proventivknospen gering ist, so findet über dem Boden nur ein geringer Ausschlag statt. Die Rinde ist in der Jugend mattgrau, wird mit dem Alter roth-



Fig. 382. Corylus avellana. a Zweig mit halbreifen Früchten (½ nat. Gr.); b halbreife Frucht nat. Gr.: α Nuß; β Cupula.

braun, dann mehr und mehr röthlich-silbergrau, worauf das Periderma von Strecke zu Strecke der Länge nach aufreißt und an diesen Stellen die jüngere roströthliche Rinde in eigenthümlichen kurzen, röthlichen Streifen zum Vorschein kommt; außerdem erhält sich die Rinde lange glatt, und nur an ganz alten Stämmen ist sie über dem Boden etwas rissig.

Wenige Holzarten sind so weit verbreitet, wie die Hasel, indem sich dieselbe in ganz Europa bis zum 66.° (in Norwegen, nach F. Schübeler, noch bis zum 67° 56′ n. Br.) und im nördlichen Asien findet; im mittleren und nördlichen

Deutschland kommt sie jedoch am häufigsten vor. Sie steigt aus den meeresgleichen Ebenen bedeutend über die obere Buchengrenze im Gebirge hinauf; auf dem Harze bis 730 m, in den Alpen bis 1460 m, in Norwegen bei 63° noch bis zu 300 m. Nur selten findet sie sich im Inneren großer geschlossener Waldmassen, sondern meist in Vorhölzern; sie verträgt wenig Schatten und liebt mäßige Feuchtigkeit. Das Holz der Hasel ist ähnlich dem Erlenholze, nur heller, die Jahresringe sehr ungleich; die Markstrahlen sehr ungleich, Gefäße sehr fein. Ein Kubikmeter der türkischen Hasel wiegt frisch 920 kg, lufttrocken 545 kg; seine Brennkraft verhält sich zu der des Buchenholzes wie 90 : 100. Man benutzt es zu Faßreifen, Stöcken, zum Korbflechten ꝛc.; auch eignet es sich gut zu Schießpulver- und Reißkohlen. Die angenehm schmeckenden Samen werden gegessen und liefern 60 Procent eines nicht trocknenden Oeles.



Fig. 383. Corylus tubulosa. Frucht mit Cupula.

C. tubulosa Willd., die Zellernuß, unterscheidet sich von der vorigen durch den weit über die längliche Nuß hervorwachsenden, röhrenförmigen, über der Nuß verengten und eingeschnitten-gezähnten Fruchtbecher (Fig. 383). Sie findet sich in Istrien in Hecken. Abarten: C. tub. alba (= C. sativa L.), die Lambertsnuß, mit weißer Samenhülle und C. tub. rubra, die Blutnuß, mit rother Samenhülle. — C. atropurpurea Hort. (C. sanguinea Pokorny), mit dunkelrothen Blättern.

C. Colurna L., die türkische Hasel, zeichnet sich durch in weit über die kurze dicke Nuß hinausragenden, aber über der Nuß nicht röhrenartig verengten Cupula aus, welche vielfältig und tief zerschlitzt ist (Fig. 311); die Rinde grau, korkartig, später stark aufgerissen. Wächst baumartig. Sie findet sich in der Türkei und Kleinasien, wird aber bei uns häufig in Gärten angepflanzt.

Parasiten der Hasel: An den Blättern: Gnomonia Coryli Fckl.; Phyllaktinia (Erysiphe) guttata Lév. An der Nußschale: Helotium fructigenum Karst.

Carpinus L., Hornbaum (XXI. 5). Männliche und weibliche Blüthen bilden einfache langgestreckte Kätzchen, und erscheinen gleichzeitig mit den Blättern (Fig. 261). Die männlichen Kätzchen sind sitzend, walzenförmig, hangend und treten einzeln aus den unteren Blattachselknospen des vorjährigen Zweiges hervor, welche nur selten unterhalb des Blüthenstandes Laubblätter entwickeln; die weiblichen Kätzchen entspringen ebenfalls einzeln aus höher gelegenen Blattachsel- oder auch Endknospen desselben Zweiges, bilden aber immer das Ende eines an der Basis reichlich und normal belaubten Sprosses. (Sowohl der männliche, als der weibliche Blüthenstand stehen bei der Hainbuche auf der Spitze des in der Knospe eingeschlossenen jungen Triebes [Fig. 186], während sich dieser bei der Eiche und Buche zu einem jungen Zweig entwickelt, an welchem erst aus besonderen Achselknospen die beiden Arten der Blüthenstände hervorbrechen. Bei der Eiche und Buche können daher beiderlei Blüthenstände in einer Knospe ver-

einigt sein, während bei der Hainbuche jede Knospe nur einen einzigen, entweder männlichen oder weiblichen Blüthenstand enthält.) Jede männliche Blüthe besteht aus einer mehr oder weniger eiförmigen, zugespitzten Deckschuppe, welche am Grunde 6—12 Staubbeutel trägt, deren Staubfäden kurz, frei, an der Spitze seicht gespalten, und deren Staubbeutelhälften vollkommen getrennt und an der Spitze mit einem Haarbüschel besetzt sind. Die weiblichen Blüthen stehen nicht gedrängt, und entspringen zu zwei aus der Achsel eines lanzettförmigen, lang-zugespitzten Deckblattes, welches später meist abfällt; jede einzelne Blüthe besteht aus einem zweifächerigen Fruchtknoten, welcher an seiner Spitze eine 4—5zähnige Blüthenhülle und 2 lange, purpurrothe Narben trägt, und am Grunde von einem dreilappigen, seltener ungelappten, inneren Deckblatte umgeben ist. Jedes Fach des Fruchtknotens enthält eine Samenknospe, von denen jedoch in der Regel die eine verkümmert, so daß die Frucht einsamig erscheint. Die Früchte bilden eine lockere Traube, jede einzelne wird an der Seite von dem lang ausgewachsenen inneren Deckblatte, wie von einem Fruchtbecher, umgeben, und besteht aus einer holzigen, zusammengedrückten, mit Längsrippen versehenen und an der Spitze gezähnten einsamigen Nuß. Die Blätter stehen zweizeilig, und sind verlängert-eiförmig, zugespitzt, an der Basis mehr oder weniger herzförmig, am Rande doppelt gesägt und in der Jugend an der Basis des Blattstieles mit zwei lanzettlichen Nebenblättern versehen.

Man kennt nur 4 Arten, von denen C. Betulus L. und C. orientalis Lam. (duinensis Scop.) in Europa, C. viminea Lindl. in Asien, und C. americana = C. virginiana Mich. in Nordamerika vorkommen.

C. Betulus L., Hainbuche, Weißbuche, Hornbaum. Die zur Zeit der Fruchtreife ausgewachsenen Deckblätter sind symmetrisch-dreilappig, der mittlere Lappen viel länger, als die seitlichen, schwach und wenig gezähnt; die Blätter, mit Einschluß der Primordialblätter, sind eiförmig-zugespitzt, doppelt-gesägt, mit gleichlaufenden secundären Rippen, und in der Jugend gefaltet (Vernatio plicativa, S. 234); die Blattstiele und jungen Triebe behaart. Die Knospen stehen genau über der Blattnarbe, und sind spindelförmig, aber nicht so schlank, wie bei der Buche; die Knospenschuppen sind braun, an der Spitze und am Rande weißlich behaart. Die Hainbuche trägt sehr früh keimfähigen Samen, selbst im Schlusse wachsend mitunter schon im 20. Jahre. Die Blüthen erscheinen im Mai gleichzeitig mit dem Laube; die Früchte reifen im October. Der Same keimt erst im zweiten Jahre, und behält, trocken aufbewahrt, seine Keimkraft höchstens bis zum nächsten Frühjahre. Bei der (epigäischen) Keimung trennt sich die Frucht in 2 gleiche Schalen, welche in der Erde zurückbleiben, während die kleinen, rundlichen, an der Basis mit zwei stark hervortretenden abgerundeten Läppchen versehenen Samenlappen über den Boden emporgehoben werden (Fig. 194); die nächstfolgenden Blätter sind scharf, doppelt-sägezähnig, und erscheinen nicht paarweise fast gleichzeitig, sondern einzeln. Der Wuchs ist in den ersten Jahren langsam, so daß die Höhe im 3. Jahre selten 10—13 cm überschreitet. Sie erreicht selten mehr als 20 m Höhe bei $1/2$—1 m Durchmesser.

Der Stamm der Hainbuche erscheint meist spannrückig. Die jungen Triebe sind grün, mit langen anliegenden Haaren besetzt, werden schon im folgenden Jahre olivengrün, und später braunroth. Etwa vom 6. Jahre ab erscheint die Rinde in Folge von Flechtenansatz (Graphis-, Verrucaria-, Opegrapha-, Pulveraria-Arten) anfangs aschgrau-scheckig, später silbergrau, bleibt aber stets glatt und glänzend und bildet nie Borke. Die Hainbuche erreicht kein hohes Alter und wird meist schon mit dem 120. bis 150. Jahre abständig. Die große Wiederausschlagsfähigkeit nach stattgehabten Verstümmelungen beruht vorzugsweise auf unterständigen Beiaugen, welche sich aber auch häufig, ohne voraufgegangene Verletzung, zumal an den tieferen Zweigen älterer Pflanzen, zu Trieben entwickeln; dies ist insbesondere auch der Grund, daß sich die Hainbuche so vorzüglich zu lebendigen Zäunen eignet. Sie gehört zu den Schatten ertragenden Bäumen. Schlafende Augen finden sich meist nur an der Basis des Stammes, größtentheils unter der Erde, weshalb auch der meiste Wiederausschlag tief am Stocke erfolgt. Die Proventivknospen bleiben aber lange lebend, so daß sie sich selbst noch an 80jährigen Bäumen entwickeln können. Adventivknospen erzeugt die Hainbuche selten und eigentliche Wurzelbrut gar nicht; was man dafür gehalten hat, sind lediglich Ausschläge unterirdischer Aeste.

Die Hainbuche geht in südlicher und westlicher Richtung nicht weit über die Grenzen Deutschlands hinaus; wenigstens ist ihr Vorkommen in Frankreich und Italien sehr beschränkt. Im nördlichen und nordöstlichen Rußland scheint sie ganz zu fehlen, und auch im südlichen Rußland dringt sie nicht so weit westlich, wie die Rothbuche, vor; ebenso geht sie in Schweden nicht so weit nach Norden, als letztere; in Norwegen ist sie ursprünglich gar nicht heimisch, findet sich aber cultivirt bis 59° 55′ n. Br. (F. Schübeler). In Deutschland findet sie sich häufiger im Norden, als im Süden. In verticaler Richtung steigt sie nicht so hoch an, wie die Rothbuche; in den Alpen findet sie sich nicht über 1020 m, im südlichen Bayern nur bis zu 788 m, in den Gebirgen des mittleren Deutschlands nicht über 585 m, und auf dem Harze nicht über 350 m Meereshöhe. Auf der Rhön wächst sie auf einer Höhe von 470 m (großer Nikus) noch sehr kräftig. Sie zieht die kühleren und feuchteren Lagen vor, meidet jedoch höhere Feuchtigkeitsgrade; ein sandiger, frischer Lehmboden, der nicht sehr tiefgründig zu sein braucht, sagt ihr am meisten zu. Die Brennkraft des Holzes verhält sich zu der des Buchenholzes wie 103 : 100; ein Kubikmeter wiegt frisch 1085 kg, lufttrocken 720 kg. Als Bauholz ist es wegen geringer Dauer nicht brauchbar, doch macht seine große Härte, Dichtigkeit und Zähigkeit, sowie die Eigenschaft, sich durch längere Reibung in hohem Grade zu glätten, dasselbe zu einem sehr geschätzten Material für den Maschinenbau. Das Laub wird als Viehfutter benutzt.

C. orientalis Lam. (C. duinensis Scop.), welche in Kleinasien, der Levante und auch an den Küsten des adriatischen Meeres vorkommt und in Mitteldeutschland noch gedeiht,[1]) unterscheidet sich vorzüglich dadurch, daß das aus-

---

[1]) Fructificirt im akademischen Forstgarten zu Tharand.

gewachsene innere Deckblatt keine Seitenlappen hat und unsymmetrisch ist, indem die eine Hälfte viel schmäler, als die andere ist.

C. viminea Lindl. in Asien hat ungezähnte innere Deckblätter, und unbehaarte Blattstiele und Triebe; und bei C. americana Mich. (Caroliniana Walt.) aus Nordamerika ist das innere Deckblatt unsymmetrisch und tief doppelt-gesägt mit deutlichen Seitenlappen.

Pflanzliche Parasiten der Hainbuche: An den Blättern: Gloeosporium Carpini Desm., ein Pyrenomycet, erzeugt braune Flecken. Melampsora Carpini Fckl. (selten). Phyllaktinia guttata Lév. (Erysiphe guttata Lk.). Am Stamm: Polyporus igniarius Fr. (Weißfäule).

Ostrya Mich., der Hopfenbaum (XXI. 5). Männliche und weibliche Blüthen bilden einfache schlanke Kätzchen. Die ♂ Kätzchen sind sitzend, walzenförmig und hangend, und erscheinen schon im Herbst zu 1—4 an der Spitze der Zweige aus End- und Blattachselknospen. Die ♀ Kätzchen sind dünn, aber mehr geschlossen, als bei der Hainbuche, und erscheinen im Mai, gleichzeitig mit dem Laube, an der Spitze eines normalen Laubtriebes. Die männlichen Blüthen ähneln sehr denen der Hainbuche; jede Schuppe trägt 6—12 Staubblätter, deren gespaltene Staubbeutel mit einem Haarschopfe gekrönt sind. Die weiblichen Blüthen stehen immer zu zwei in der Achsel eines hinfälligen Deckblattes; jede besteht aus einem Fruchtknoten, welcher an der Spitze eine zerschlitzte Blüthenhülle und zwei lange fadenförmige Narben trägt, und von zwei an der Basis behaarten und an den Rändern verwachsenen inneren Deckblättern umschlossen ist. Der Fruchtknoten ist zweifächerig, mit einer Samenknospe in jedem Fache. Zur Zeit der Fruchtreife sind die beiden inneren Deckblätter zu einem häutigen, geaderten und aufgeblasenen Schlauche herangewachsen, auf dessen Grunde die durch Abortirung einsamige, glatte Nuß sitzt. Die Schläuche selbst bilden zusammen eine Art Zapfen, welcher mit dem Hopfenzapfen Aehnlichkeit hat. Die Früchte reifen im October. Die eiförmigen, zugespitzten, an der Basis fast herzförmigen Blätter sind doppelt gesägt, in der Jugend wollig, im Alter nur in den Winkeln der Blattrippe behaart.

Man kennt nur zwei Arten: Ostrya virginica Lam., „Iron Wood", aus Nordamerika, mit zugespitzten Knospen und aufgerichteten weiblichen Kätzchen und Fruchtständen, und O. carpinifolia Scop. (O. vulgaris Willd.), die gemeine Hopfenbuche, mit stumpfen Knospen und hangenden weiblichen Blüthen und Fruchtständen. Die Hopfenbuche steht in jeder Beziehung der Hainbuche sehr nahe. Sie hat einen tiefgehenden, mäßig starken, doch auch in der Oberfläche des Bodens weit ausstreichende Bewurzelung, trägt etwa im 20. Jahre keimfähigen Samen und soll selten über 100 Jahre alt werden. Ihr Schaft wird höchstens 16 m hoch, bei 25—33 cm Durchmesser. Ihr Holz ist dicht und fest, die Rinde graubraun, wird bald rissig und blättert später in Fetzen ab. Sie bewohnt das südliche Europa, findet sich namentlich in Krain, Südtyrol rc. und gedeiht auch in Mitteldeutschland als Parkbaum gut.

Tribus 2. Quercineae.

Bei diesen ist ein echter Fruchtbecher (Cupula) vorhanden; mehrere wandständige Samenträger, die sämmtlich fruchtbar sind; umgekehrte hangende Samenknospen mit zwei Knospenhüllen; die männlichen Blüthen haben Blüthenhüllen, und die Staubfäden sind ungetheilt. Die Cupula umschließt eine Frucht bei Quercus, 2 bei Fagus, 3 bei Castanea.

Quercus L., Eiche (XXI. 8). Männliche und weibliche Blüthenstände kommen häufig aus einer „gemischten" Knospe hervor, welche sowohl Endknospe, als Seitenknospe eines vorjährigen Zweiges sein kann. Die langen, schlanken ♂ Kätzchen entwickeln sich bisweilen aus einer Knospe für sich, immer aber am unteren Theile des jungen Triebes der Knospe, meist in den Achseln der Knospenschuppen, und stehen daher büschelweise beisammen, selten isolirt in der Achsel eines der untersten Laubblätter; die weiblichen Blüthenstände dagegen stehen immer in den Achseln der letzten Laubblätter des Triebes. Die untersten Blüthenknospen enthalten oft ausschließlich männliche Blüthen, und bilden sich in der Regel nicht zu Zweigen aus, indem sich ihre Stengelglieder nicht verlängern, und keine Laubblätter zum Vorschein kommen; die höher gelegenen Knospen desselben Zweiges, welche sich zu beblätteren Trieben ausbilden, enthalten stets männliche und weibliche Blüthen. Jede einzelne männliche Blüthe besteht aus einer verlängerten, lang bewimperten Schuppe, an deren Basis meist 1, seltener 2 Staubblätter befestigt sind; solcher Blüthen sind aber stets 5—9 an ihrer Basis mit einander verwachsen, so daß die Schuppen eine 5—9theilige Blüthenhülle bilden, welche 5—9 oder mehr Staubblätter umschließt. Diese Blüthenvereine können als Kätzchen mit äußerst verkürzter Spindel betrachtet werden, von denen bald mehr, bald weniger, meist in bedeutenden Abständen an der gemeinschaftlichen Spindel sitzen. Die ♀ Blüthen entspringen aus den Achseln eiförmiger, scharf- und langzugespitzter Deckblätter und sitzen entweder haufenweise beisammen, oder zu 2 bis 3 vereinzelt um eine sich später stark verlängernde Axe. Sie bestehen aus einem 3fächerigen Fruchtknoten (Fig. 275), der eine gezähnte Blüthenhülle und einen Griffel mit 3 Narben trägt (Fig. 286); der Griffel ist theils ziemlich lang, und die 3 an der Basis verwachsenen Narben fadenförmig, oder er ist so kurz, daß die 3lappige Narbe unmittelbar auf dem Fruchtknoten aufzusitzen scheint. Zwischen Deckblatt und Fruchtknoten sind vier unter einander verwachsene Vorblättchen eingeschaltet, welche später vermehrt zum Fruchtbecher heranwachsen. Jedes Fach des Fruchtknotens enthält 2 Samenknospen, in Summa sind mithin 6 Samenknospen vorhanden, welche aber in der Regel bis auf eine verkümmern. Die Frucht ist eine wahre Eichelfrucht, an der Basis von dem äußerlich schuppigen Fruchtbecher umgeben, mit sehr dicken und fleischigen Samenlappen; sie reift bei mehreren Arten erst im Herbste des zweiten Jahres (Fig. 286). Bei der Keimung bleiben die Samenlappen im Boden zurück und bis zum dritten Jahre innerhalb der Eichel mit dem jungen Pflänzchen verbunden, worauf sie nach und nach vermodern. Die junge Pflanze entwickelt anfangs keine eigentlichen Blätter,

sondern es erscheinen zunächst kleine einzeln stehende, häutige Schuppen mit schlummerden Achselknospen, dann bilden sich zwei solcher Schuppen neben einander, und endlich tritt zwischen diesen, wechе nunmehr die pfriemenförmige Gestalt der eigentlichen Nebenblätter angenommen haben, ein kleines Laubblatt hervor. Im ersten Jahre werden bis 5 Blätter erzeugt. Letztere stehen fünfzeilig (2/5; 3/5), sind bei den meisten Arten sommergrün, bei einigen aber auch immergrün. Auch späterhin bildet die Eiche nur kurze Jahrestriebe mit wenigen Blättern, da einem sehr späten Laubausbruch ein frühzeitiger Knospenschluß folgt. Sehr häufig werden aber Johannistriebe erzeugt, und die Blätter derselben sind oft von denen des Maitriebes sehr verschieden gebildet.

Das Mark ist 5strahlig, die jungen Zweige 5kantig.

Das Eichenholz hat große und kleine Markstrahlen, auch große und kleine Gefäße; erstere im Frühjahrsholz (ringporig); auf dem Querschnitt heben sich die Gefäße als weißgraue Dreiecke (die langgezogene Spitze nach außen) von der glänzend dunkelbraunen Holzmasse ab. Die Spiegel auf dem Längsschnitt sind groß und hoch. Kernholz ist vorherrschend.

Die Gattung Quercus enthält zahlreiche (mehr als 300) Arten, von denen die meisten Nordamerika angehören; Südeuropa ist ziemlich reich an Eichen, während Mitteleuropa nur wenige, darunter aber die größten und stärksten Formen zählt; auch in Asien kommen viele, jedoch noch weniger bekannte Eichenarten vor. So ausgedehnt das Gedeihen der Eichen in der Richtung der geographischen Länge ist, so beschränkt ist es in der geographischen Breite; die Gattung ist hauptsächlich zwischen dem 30. und 60. Grade n. Br. heimisch, gehört also ganz dem gemäßigten Klima an, weshalb auch verhältnißmäßig viele Arten bei uns aushalten.

A. Lepidobalanus Oerst., Schuppeneichen.[1])

Cupula mit grauen, angedrückten Schuppen, Narben kurz und abgerundet.

Qu. pedunculata Ehrh. (Qu. robur L.; Qu. femina L.), die Stieleiche oder Sommereiche, von welcher die sogenannten Pyramideneichen, Qu. pyramidalis und Qu. fastigiata nur Spielarten mit angedrückten Aesten sind. Die Blüthen erscheinen gleichzeitig mit dem Laube in der ersten Hälfte des Mai, (in Christiania, 59°, 55′ n. Br., zwischen dem 24. und 30. Mai)[2]) um 8 bis 14 Tage früher, als bei der Traubeneiche. Die roth und grün gefärbten weiblichen Blüthen stehen zu 1—5 an einer verlängerten Axe, und tragen die 3theilige Narbe auf einem Griffel; die männlichen herabhängenden Blüthenkätzchen brechen theils büschelweise aus Seitenknospen vorjähriger Triebe, theils einzeln aus den Blattachseln des jungen Triebes hervor. Die Blätter (Fig. 384 c) sind verlängert-eirund, tief unregelmäßig gebuchtet, rund-lappig, auf der Unterseite ganz haarlos und meist sehr kurz gestielt, an älteren Bäumen mit beiderseits am Blattstiel ohrförmiger Basis, welches Merkmal an den Blättern einjähriger Pflanzen aber

---

[1]) Oerstedt: Recherches sur la classification des Chênes. Kopenhagen 1876. 8.
[2]) F. C. Schübeler: Vaextlivet i Norge, Christiania 1879. 4. S. 28.

noch nicht wahrgenommen wird. In die Einbuchtungen treten noch kleine Zwischenadern. Die Belaubung erscheint büschelförmig, unterbrochen, da die entwicklungsfähigen Knospen unter dem Gipfel der Zweige zusammengedrängt sitzen, während bei der Traubeneiche das Laub gleichförmiger über die ganze Krone vertheilt ist, wodurch man beide Arten meist schon in der Ferne unterscheiden kann. Die Knospen sind eiförmig, die Knospenschuppen hell-kastanienbraun mit feinen weißen Härchen, namentlich am Rande, besetzt. Im Schlusse erwachsen trägt die Stieleiche selten vor dem 100. Jahre keimfähigen Samen, im lichten Stande erwachsen aber meist schon vom 60. Jahre an; Stockausschläge noch weit früher. Samenjahre (Vollmast) 3—4jährig, unter ungünstigen Umständen 10—12jährig.[1]) Die Früchte sitzen vereinzelt zu 1—3 an einem verlängerten



Fig. 384. Blattform von Quercus: a prinos; b sessiliflora; c pedunculata: d pubescens; e cerris.

Fruchtstiele, sind anfangs ganz von dem Fruchtbecher umschlossen, und treten erst gegen Ende Juli aus demselben hervor; bis Ende August erreichen sie ungefähr ihre halbe Größe, Ende September sind sie ausgewachsen, und im October fallen sie ab. Sie sind durchschnittlich etwas länger und dicker, als die der Steineiche, und besonders spitziger; erreichen bei verschiedenen Pflanzen, und selbst an einer und derselben Pflanze in verschiedenen Jahrgängen, eine so verschiedene Größe und Gestalt, daß die Unterscheidung der Stiel- und Traubeneichen nach den Früchten

[1]) Der Nutzen der Eicheln als Mastfutter für Schweine wird dadurch deprimirt. Durch Dörren im Backofen werden sie indeß hart und trocken, der Kern fällt heraus und theilt sich. Ein hieraus hergestelltes Mehl hält sich jahrelang frisch und von angenehmem Geruch, wird mit anderem Futter gemischt begierig gefressen und gedeiht vortrefflich.

unmöglich wird. Sie verlieren rasch und leicht ihre Keimkraft. Die junge Pflanze entwickelt sich sehr zeitig im Frühjahre, treibt zuerst eine lange Pfahlwurzel in den Boden, dann das Stengelchen, welches gleich den ersten wahren Laubblättern rauhhaarig ist, und erreicht im ersten Jahre meist eine Höhe von 8—10 cm, kann jedoch unter besonders günstigen Umständen auch 35—40 cm hoch werden. Wird die Pfahlwurzel in der Jugend abgeschnitten, was, ohne das Leben der Pflanze zu gefährden, geschehen kann, so treten unmittelbar über der Schnittfläche eine Anzahl feiner Adventivwurzeln hervor und breiten sich seitlich im Boden aus; man hat daher dieses Verfahren bei flachgründigem Boden anempfohlen, um dadurch die Ausbreitung der Seitenwurzeln zu befördern, und frühzeitig eintretende Gipfeldürre zu verhindern, allein deren Erfolg scheint kein günstiger zu sein, da in diesem Falle, wenigstens in einem guten Boden, stets einige Seitenwurzeln alsbald tief in den Boden eindringen, und auch der Höhenwuchs der Pflanze beeinträchtigt zu werden scheint, indem sich die Seitentriebe auf Kosten des Haupttriebes mehr ausbilden.

Die Stieleiche gehört zu den im hohen Grade Licht bedürftigen Bäumen. Sie erreicht ein beträchtliches Alter, selbst bis zu 1000 Jahren, und bleibt meist bis ins hohe Alter gesund und wüchsig. Solche alte Bäume liefern mitunter die kolossalsten Holzmassen (mehr als 2000 Kubikfuß). Diese Massen entwickeln sich vorzüglich im seitlichen Zuwachse des Stammes und in starken Seitenästen, während der Höhenwuchs, verhältnißmäßig geringer, nur bei in dichtem Schlusse gewachsenen Bäumen 32 m übersteigt, wogegen Stämme von 2—2,6 m Durchmesser nicht zu den Seltenheiten gehören.[1]) Der Stamm ist in der Jugend unregelmäßig und knickig; im Schlusse des Hochwaldes gleichen sich aber diese Unregelmäßigkeiten mit dem 40.—50. Jahre aus, und der Schaft wird dann gerade und walzenförmig; die Beastung ist ausgebreitet und sperrig. Die Kronenverbreitung besteht vorzugsweise in Entwicklung von Terminalknospen und einiger weniger, die Verästelung vermittelnden Blattachselknospen; viele der letzteren bleiben jedoch in ihrer Entwicklung weit hinter dem Triebe, welchem sie angehören, zurück, lösen sich früher oder später in voller grüner Belaubung, gewöhnlich gegen den Herbst hin, von selbst vom Aste ab und werden dann Absprünge genannt. Diese Erscheinung hat ihren Grund in der Bildung einer Korkschicht unterhalb des scharf begrenzten Wulstes, mit welchem der Zweig aus dem Holze des Astes herausbricht. Die Blattachselknospen, welche nicht zur Entwicklung kommen, sowie die nebenständigen Beiknospen (Fig. 218), erhalten sich als schlafende Augen bis zum höchsten Alter des Baumes lebendig, und bilden dann bei erfolgter Freistellung die vielen sogenannten Kleberäste, worauf häufig auch Gipfeldürre eintritt. Die Bewurzelung der Stieleiche ist in der ersten Jugend vorzüglich tief gehend; die gerade und senkrecht hinabsteigende Pfahlwurzel erreicht oft schon im ersten Jahre eine Länge von

[1]) Im Departement der Nieder-Charente in Frankreich steht eine Eiche, deren Stamm auf Manneshöhe einen Durchmesser von 5,14 m hat, deren Höhe 17,5 m und die Kronenausbreitung 35 m im Durchmesser beträgt. In den polnischen Wäldern hat man Eichen mit 710 deutlichen Jahresringen und 14,3 m Umfang gefällt.

25—30 cm,[1]) und erst im 6. bis 8. Jahre bilden sich einige stärkere Seitenwurzeln aus, wenn nicht die Pfahlwurzel vorher beschädigt wird. Letztere vermag sich mit großer Plasticität den Hindernissen, z. B. eines felsigen Bodens, anzubequemen (Fig. 114; 115). Die Rinde junger Triebe und Aeste ist grün, wird nach und nach silbergrau, und bleibt bis zum 20. oder 30. Jahre glatt und glänzend; später bildet sie eine dunkelroth-braune, rissige Borke, welche auf ihrer Außenfläche durch einen dichten Anflug von Flechten eine aschgraue, mitunter etwas gelbliche Färbung erhält. Die Stieleiche hat eine sehr bedeutende Reproductionskraft; die Mutterstöcke bleiben Jahrhunderte lang reproductionsfähig, indem die im Umfange derselben hervorbrechenden Stock- und Wurzelausschläge durch selbstständige Bewurzelung den Stock gleichsam beständig regeneriren. Samenpflanzen können noch im 60. Jahre mit Erfolg auf die Wurzel gesetzt werden, bei Stockausschlägen ist jedoch der 30jährige Umtrieb nicht mit Vortheil zu überschreiten. Der Wiederausschlag erfolgt fast nur durch Proventivknospen, die in sehr reicher Verästelung selbst noch an ganz alten Stämmen die Rinde beleben; nur auf sehr kräftigem Boden bilden sich auch Adventivknospen am Schnittrande des Stockes, die aber nur bei sehr geschütztem Stande zur Entwicklung gelangen. Wird beim Abhiebe die Rinde so verletzt, daß die oberirdischen Stocktheile absterben, so erfolgen reichliche Wurzelausschläge; doch ist nicht jeder Boden gleich gut zur Erzeugung von Wurzelausschlägen geeignet; eigentliche Wurzelbrut liefert die Eiche nicht, ebenso läßt sie sich nicht durch Stecklinge vermehren, wohl aber durch Absenker.

Die Stieleiche unterscheidet sich von der nahe verwandten Steineiche auffallend sowohl in Bezug auf ihre geographische Verbreitung, als auch in Bezug auf ihre Erhebung über das Meer. Während die Steineiche nämlich nur wenig über die Grenzen Deutschlands hinausgeht, erstreckt sich die Stieleiche weit nach Osten und Norden. Sie ist die einzige in Schweden heimische, bis 60°, und im westlichen Norwegen selbst bis 63° n. Br. hinaufreichende Eichenart, wurde jedoch auch unter 65° 54′ N. auf Veranlassung F. Schübeler's gepflanzt, und gedeiht gut; in östlicher Richtung verbreitet sie sich nicht nur über das europäische Rußland südlich vom 56° n. Br., sondern auch über ganz Sibirien bis zur Ostküste hin; westlich verbreitet sie sich über ganz Frankreich bis zu den Pyrenäen, wogegen sie südlich nicht weit über die Grenzen der Schweiz hinausreicht. Umgekehrt verhält es sich mit der verticalen Erhebung, wo die Stieleiche immer 145—175 m und mehr hinter der Steineiche zurückbleibt. In den Gebirgen des nördlichen Deutschlands steigt die Stieleiche nicht viel über 440 m und in denen des südlichen Deutschlands nicht viel über 730 m an, doch kommen in unseren Bayrischen Alpen, wo die Steineiche ganz fehlt, Eichen in Baumform noch bis zu einer Höhe von 875 m vor. Der geeignetste Standort der Stieleiche sind die welligen Vorberge, die Flußniederungen und Lehmlager alter Meeresbecken. Sie liebt höhere Consistenzgrade des Bodens, und gedeiht noch herrlich auf Boden, der so bindend

[1]) Eine zu Tharand in reinem, mit Mineralstofflösung begossenen Sande erzogene Eiche hatte in 6 Monaten eine reichverzweigte Pfahlwurzel von 95 cm gebildet.

ist, daß alle anderen Holzarten auf ihm kümmern; demungeachtet begnügt sie sich auch mit weniger consistentem Boden, als die Buche, und entwickelt sich noch kräftig auf lehmigem Sandboden. Sie verlangt zu ihrem besten Gedeihen nur mäßige Bodenfeuchtigkeit und im Allgemeinen tiefgründigen Boden. Im Gebirge finden wir die Eiche vorzüglich den verschiedenen Conglomeraten von der Grauwacke bis zum jüngsten Sandsteine zugethan; auf diese folgen die Schiefergebirge, wie Thonschiefer, Gneis und Glimmerschiefer, dann die älteren plutonischen Gebirgsarten, Granit, Syenit, Grünstein, sowie Porphyr und Basalt.

Die Brennkraft des Eichenholzes verhält sich zu der des Buchenholzes wie 91 : 100. Ein Kubikmeter wiegt frisch 1100 kg, lufttrocken 860 kg (Nördlinger). Es wird vorzüglich zu Bau- und Nutzholz verwendet, wozu es sich wegen seiner langen Dauer in allen Expositionen besonders eignet; am ausgedehntesten ist seine Verwendung beim Schiffsbau und zu Faßdauben; das jüngere zähere Holz giebt auch gute Faßreifen und Wagnerhölzer. Die Eichenrinde zeichnet sich durch einen großen Gehalt an Gerbstoff aus, worauf sich die vorzüglichste Nebenbenutzung der Eiche, nämlich die Benutzung der Rinde zu Lohe, gründet, zu welchem Zwecke dieselbe sich ganz besonders eignet, wenn sie nicht älter, als 15—16 Jahre und daher noch glatt ist; sie wird dann Spiegelrinde genannt. An der Frucht erzeugt im südlichen Deutschland, in einem Theile Böhmens, in Ungarn und Galizien die Cynips calycis Burgsd. eckige Gallen, die Knoppern, welche zum Schwarzfärben und Gerben benutzt werden.

Qu. sessiliflora Sm. (Qu. robur Mill.), die Traubeneiche, Steineiche, Wintereiche. Die weiblichen Blüthen stehen gehäuft und stiellos in den Blattachseln beisammen; die 3lappige Stempelmündung steht dicht über dem Fruchtknoten. Die Frucht ist stiellos oder vielmehr so kurz gestielt, daß die Früchte traubenförmig dicht aneinander gedrängt heranwachsen. Die junge Pflanze ist von der der Stieleiche im jugendlichsten Zustande nur durch die Form der Frucht, welche zu dieser Zeit stets noch im Boden vorhanden ist, später aber durch die Behaarung der Blätter bestimmt zu unterscheiden; während nämlich bei der Stieleiche die Unterseite der Blätter vollkommen haarlos ist, ist sie bei der Steineiche, besonders neben und auf den Blattrippen, reichlich behaart. Die Blattstiele sind meist über 1 cm lang; die Blätter selbst regelmäßiger und weniger tief gebuchtet, und ihre Basis keilförmig in den Blattstiel verjüngt (Fig. 384 b) oder schwach herzförmig, eben oder doch nur schwach wellenförmig gebogen. Die Winterknospen sind denen der vorigen ähnlich, aber heller von Farbe, mehr zugespitzt, und namentlich gegen die Spitze hin stärker und länger behaart. Uebrigens finden da, wo beide Eichenarten untermengt vorkommen, vielfältige Annäherungen und Uebergänge zu einander statt. Die Steineiche erstreckt sich nicht weit über die Grenzen Deutschlands und tritt hier, namentlich im mittleren und nördlichen Deutschland, vorzüglich in höheren Lagen auf; im südlichen Bayern kommt sie nur bis zu einer Höhe von 525 m vor, im südlichen Tyrol erhebt sie sich dagegen bis zu 1225 m, während die Stieleiche in den Thälern bleibt. Ein Kubikmeter des

Holzes wiegt im Mittel frisch 1010 kg, lufttrocken 745 kg und soll das Holz der Stieleiche in der Brennkraft übertreffen; im Uebrigen findet es gleiche Anwendung.

Qu. pubescens Willd., die behaarte Eiche. Ist der Steineiche sehr ähnlich, aber durch stärkere und bleibende Behaarung (Sternhaare) der unteren Blattfläche (Fig. 384 d), sowie namentlich der jungen Triebe und Knospen ausgezeichnet. Ihr eigentliches Vaterland sind die nördlichen Küsten des adriatischen



Fig. 385. Blattform von Quercus: a coccinea; b falcata; c tinctoria; d ilicifolia; e rubra; f palustris.

und mittelländischen Meeres, wo sie bis 1650 m Höhe auftritt. Sie kommt aber schon im ganzen südlichen Deutschland und namentlich in Oberbaden vor. Sie ist viel zarter, als unsere Eichenarten.

Qu. Prinos L., die Kastanien-Eiche. Die Blätter (Fig. 384 a) sind elliptisch, schwach gelappt, die Lappen auch im Innenwinkel gerundet. Früchte

bis $3^1/_2$ cm lang. Der aus Nordamerika stammende Baum gedeiht auch in Mitteldeutschland in Parks (Tharander Forstgarten) und wird gegen 30 m hoch.

Qu. Ilex L., die immergrüne oder Stech-Eiche. Blätter mehrjährig, lederhart, oft dornig-gezähnt, länglich-eiförmig, variabel. Eicheln bis $3^1/_2$ cm lang. In Süd-Europa.

B. Erythrobalanus Oerst. Rothblättrige Eichen.

Nordamerikanische Eichen. Samenreife zweijährig. Die Blätter färben sich im Herbste tief-scharlachroth, sind meist tiefbuchtig-fiederspaltig mit Stachelspitze und sommergrün. Schuppen der Cupula klein, angedrückt, braun. Eichel mit 3 falschen Scheidewänden.

Qu. rubra L., die Rotheiche, „Red Oak". Blätter (Fig. 385 e) mit seichten Lappen, an der Basis meist abgerundet, 8—11 cm lang, 3—5 cm breit, beiderseits kahl, glänzend, im Herbst hellroth. Früchte groß, abgerundet, einzeln in den Blattachseln (Fig. 286). Cupula halbkuglig.

Qu. coccinea Wangenh.. die Scharlacheiche. Blätter (Fig. 385 a) tief gelappt, 8—22 cm lang, 6—13 cm breit, im Herbst scharlachroth. Blattstiel 3—5 cm lang. Cupula in den Stiel verschmälert; die Frucht ragt zum kleineren Theile aus ihr hervor.

Qu. palustris du Roi, die Sumpfeiche. Blätter (Fig. 385 f) tief buchtig gelappt, kleiner als die von Qu. coccinea, kahl bis auf die Haarbüschel in den Blattrippenwinkeln. Früchte klein, kuglig; Cupula flach und napfförmig.

Qu. tinctoria Willd., die Färbereiche, hat unterseits weichhaarige (in der Jugend auch oberseits behaarte) Blätter (Fig. 385 c), deren Zipfel in Borsten auslaufen. Die Rinde wird unter dem Namen Quercitronrinde häufig zum Gelbfärben benutzt.

Qu. falcata Mich., die sichelblättrige Eiche, hat tief fiedertheilige, 8 bis 14 cm lange, unterseits filzige Blätter (Fig. 385 b) mit ausgezogenen, langgespitzten Lappen. Die Cupula, am Grunde verschmälert, umgiebt die rundliche, eiförmige Eichel etwa zur Hälfte.

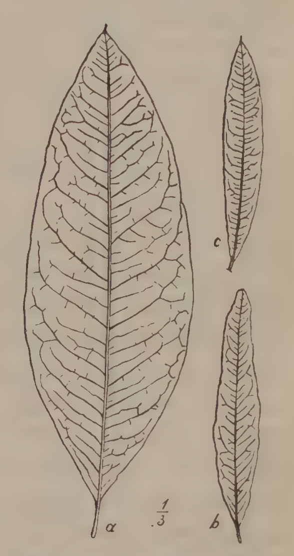


Fig. 386. Blattform von Quercus: a imbricaria; b phellos; c sericea.

Qu. ilicifolia Wangenh., die hülsenblättrige Eiche. Blätter nach vorn verbreitert, wenig tief eingeschnitten, unterseits graufilzig, oberseits kahl und dunkelgrün (Fig. 385 d).

Qu. imbricaria Mich., die Schuppen-Eiche (Fig. 386 a), Qu. sericea Willd. und Qu. Phellos L. haben weidenähnliche, ungetheilte Blätter. Bei Qu. Phellos (Fig: 386 b) verlaufen die Seitenadern unter einem spitzeren Winkel,

als bei Qu. sericea (Fig. 386 c), und die größere Breite liegt in der unteren Hälfte des Blattes.

C. Cerris Oerst.

Samenreife zweijährig. Schuppe der Cupula krautartig. Narben verlängert.

Qu. Cerris L. (Qu. austriaca Willd.), die Burgunder- oder Zerreiche. Sie hat den Blüthenstand mit der Steineiche gemein, die Form der Narbe ähnelt aber mehr der der Stieleiche (Fig. 229). Besonders ausgezeichnet ist sie durch die krautartigen verlängerten Schuppen des Fruchtbechers, welche bei der Fruchtreife lange Zotten darstellen (Fig. 202). Die Form der buschigen Blätter ist sehr veränderlich; die Lappen sind spitzbogig (Fig. 384 e) und tragen an ihrem Ende einen kleinen Dorn, der jedoch am Laube alter Bäume und selbst an den Maitrieben junger Pflanzen mehr oder weniger verschwindet. In der Jugend sind die Blätter auf beiden Seiten, jedoch unten mehr als oben, behaart; an ganz ausgewachsenen Blättern findet sich jedoch die Behaarung nur noch an den Blattrippen. Die Früchte reifen im October des zweiten Jahres. Die Zerreiche findet sich in Spanien, dem südlichen Frankreich, Italien, Ungarn, Kärnthen, Krain und dem südlichen Oesterreich; sie ist vorzüglich in den Ebenen verbreitet, erhebt sich höchstens in die Vorberge und hält bei uns gut aus. Auf dieser, sowie auf Qu. Aegilops Willd. in Spanien und im Orient, und Qu. infectoria Willd. im Orient erzeugt die Cynips gallae tinctoriae L. an den Blattstielen die sogenannten Levantischen Galläpfel.

Qu. Suber L., die Korkeiche, liefert den Kork oder das Pantoffelholz. Sie stellt einen kleinen Baum mit immergrünen, länglich-lanzettlichen, gekerbt-gezähnelten Blättern dar. Die 2,5—5 cm dicke, schwammige Korkrinde wird vom 12. bis 15. Jahre an bis zu einem Alter von 200 Jahren alle 6—8 Jahre sorgfältig abgelöst, und ersetzt sich immer wieder. Die neue Korkhülle wächst durch die Fortbildungsschicht des Korkes (Korkcambium [S. 65]), welche die eigentliche Rinde umgiebt, und nimmt daher von Innen her an Dicke zu. Das Korkcambium darf selbstredend beim Schälen nicht verletzt werden, weshalb man in Spanien im August schält, wo die Rinde weniger saftreich ist und ihr daher Verletzungen weniger schaden. Schon im Monat Juli berstet die Rinde von der Wurzel an bis zu einer Höhe von 6—8 m, welchen von der Natur gebildeten Rissen man beim Abnehmen des Korkes folgt. Der beste Kork soll von alten Stämmen kommen, welche zum dritten Male geschält werden. Sie ist vorzüglich in Südspanien zu Hause. In Nordspanien, Portugal, dem südlichen Frankreich 2c. soll eine andere verwandte Art Qu. occidentalis Gay den Kork liefern. Qu. coccifera L., die Kermeseiche, in Südeuropa, hat immergrüne, dornig-gezähnte Blätter; die Schuppen ihrer Cupula aber nicht krautartig verlängert.

An fast allen Organen der Eichen (Blättern, Blattstielen, Knospen, Fruchtbechern, Zweigen, Wurzeln 2c.) werden durch Cynips-Arten mehr oder minder gerbstoffreiche „Gallen“ erzeugt. Die geschätztesten Gallen liefert Cynips infectoria an Zweigen von Qu. infectoria in der Levante; letztere stellen einen höchst aus-

giebigen Handelsartikel dar, dessen Mißrathen einem localen Mißjahre gleichkommt. Von mehreren Eichenarten mit dickschuppigen Fruchtbechern (Pachylepta) werden die sehr tanninreichen Becher selbst als Gerbmaterial benutzt, so namentlich Qu. Aegilops L. var. graeca Kotschy[1]) mit aufrechten Schuppen, Qu. Ungeri Kotschy und Qu. Vallonea Kotschy mit zurückgekrümmten Schuppen des Fruchtbechers. Die „Vallonea" oder „Vellani" (türkisch: „Balamut"), welche den feinsten Gerbstoff und eine schwarze Farbe liefert, stammt aus Cilicien und wird in großen Karawanen-Ladungen nach den Küsten gebracht, um namentlich in Süd-Europa als Ersatz der Galläpfel verwendet zu werden.

Zur menschlichen Nahrung dienen besonders folgende Arten: Qu. Pyrami Kotschy, conferta Kit. (ist süß), oophora Kotschy, Persica Taub & Spach, vesca K. (süß).

Parasitäre Pilze an der Eiche: An den Wurzeln junger Pflanzen: Roselliniana (Rhizoktonia) quercina R. H., der Eichenwurzeltödter (erzeugt Zusammenschrumpfen der Wurzelrinde). — Auf den Blättern: Phyllaktinia guttata Lév. (Erysiphe guttata Lk.), Sporidesmium helikosporium (Rußthau, Blattunterseite) und Apiosporium quercicolum Fckl. (Rußthau).

An der Zersetzung des Eichenholzes sind nach R. Hartig[2]) die Mycelien folgender parasitischen Pilze betheiligt; die besondere Art der Zersetzung des Holzes ist bedingt durch die Pilzspecies, deren Angriffen der Stamm unterliegt. Polyporus sulphureus Fr.; P. dryadeus Fr., P. igniarius Fr., Hydnum diversidens Fr., Telephora Perdix R. Htg. (erzeugt die „Rebhuhn"-Krankheit), Stereum hirsutum Fr. (dunkelbraune „Mondringe", deren Mitte gelb oder weiß wird: gelbpfeifiges, weißpfeifiges Holz), Fistulina hepatica Fr., der Leberpilz (färbt das Holz tief rothbraun, ohne solche Spalten oder Mycelbildungen, wie sie Polyporus sulphureus zeigt), Polyporus fomentarius L., der echte Feuerschwamm, erzeugt eine Art Weißfäule der Eiche.

Auf Quercus pubescens, pedunculata und Qu. cerris schmarotzt Loranthus europaeus, auf den Eichen, wenn überhaupt, sehr selten, Viscum album.

Fagus[3]) L., Buche (XXI, 8). Die langgestielten männlichen und weiblichen Blüthenstände gehen aus einer und derselben gemischten Knospe hervor, welche sich schon im Herbste durch ihre Dicke von den schlankeren Laubknospen unterscheidet. Die ♂ Kätzchen entspringen in den Achseln der Knospenschuppen, selten eines Laubblattes (Fig. 238), die ♀ dagegen stehen immer in der Achsel eines Laubblattes des jungen Triebes. Endständige Blüthenknospen sind in der Regel stärker angeschwollen, als blattachselständige, und enthalten stets weibliche Blüthen, während diese in den unteren seitlichen Blüthenknospen, obgleich dieselben Laubblätter entwickeln, in der Regel fehlen. Die männlichen Blüthen bilden herabhangende kugelige Kätzchen, und bestehen aus einem mehr oder weniger lang gestielten, 5—10theiligen trichterförmigen Perigon, welches 8—12 Staubblätter mit langen Filamenten enthält. Die fadenförmigen Deckblätter (Fig. 238c) stehen etwas über der Mitte des Blüthenstieles, sind sehr hinfällig, und fehlen zuweilen ganz. Der weibliche Blüthenstand ist fast kugelig, und steht in der Regel in der Achsel des ersten oder zweiten Blattes am jungen Triebe; ihr Stiel

---

[1]) Theod. Kotschy: Die Eichen Europa's und des Orients. 40 Foliotafeln. Wien und Olmütz 1862.

[2]) R. Hartig: Die Zersetzungserscheinungen des Holzes der Nadelholzbäume und der Eiche. Berlin 1878.

[3]) Von φαγειν, essen.

ist kürzer und dicker, fast aufrecht und erweitert sich gegen die Spitze hin; er trägt einen Kranz zahlreicher, ungleicher Deckblätter, welche später zu einem krugförmigen, vierklappigen (selten abnorm verdoppelten [Fig. 310]) Fruchtbecher (Fig. 199) verwachsen, der zwei, selten bis fünf, Fruchtknoten umschließt. Der Fruchtknoten ist dreikantig, 3fächerig, trägt an der Spitze 3 gestielte Narben und eine aus 4—6 mit langen Haaren besetzten, zungenförmigen Blättchen bestehende Blüthenhülle. Er enthält in jedem Fache zwei, in Summa also sechs hangende Samenknospen, welche jedoch bei der weiteren Entwicklung in der Regel sammt den Scheidewänden bis auf eine verkümmern. Die Samenknospen beginnen ihre rasche Entwicklung erst gegen Ende Juni, zu welcher Zeit die Früchte äußerlich schon fast ihre volle Größe erreicht haben. Die Blüthen erscheinen gleichzeitig mit dem Laube zu Anfang des Mai, und die Früchte reifen im October. Zu dieser Zeit erscheint der Fruchtknoten als eine braune, lederartige, inwendig filzige, dreikantige Hülle, während der Deckblätterkranz zu einem holzigen, stacheligen, zuletzt vierklappig aufspringenden, braunen Discus (Fruchtbecher) herangewachsen ist. Die Samenlappen sind nierenförmig, dick, fleischig, vielfach zusammengefaltet (Fig. 291), sehr mehl- und ölreich, werden bei der Keimung (Fig. 199) über den Boden emporgehoben, entfalten sich, werden oberseits grün, und tragen die Spaltöffnungen auf der unteren weißen Fläche. Die Primordialblätter sind oft gesägt (Fig. 199). Die Winterknospen sind schlank, spindelförmig, länger als die der Weißbuche und stehen etwas zur Seite der Blattnarbe (Fig. 141). Die Laubblätter sind einfach, rundlich und verlängert-eiförmig, in der Jugend unterseits und am Rande mit langen Seidenhaaren besetzt und stellen sich an den Zweigen scheinbar zweizeilig-horizontal. Man kennt bis jetzt außer der Rothbuche nur noch F. ferruginea Ait., „Beech", aus Nordamerika und einige südamerikanische Species näher, welche letztere sich sogleich durch ihre dem Laube der Castanea vesca ähnlichen, unterseits wollig behaarten Blätter und die rehbraunen, kahlen, höchstens an der Spitze weißlich behaarten Knospen unterscheidet.

F. sylvatica L., die Rothbuche, die einzige in Europa heimische Art, zu welcher F. purpurea, die „Blutbuche", mit rothbraunen Blättern, asplenifolia mit ganz schmalen, etwas eingeschnittenen Blättern, und pendula mit hangenden Zweigen, cristata, incisa etc. als Abarten gehören. Die Blätter sind eiförmig, glatt, undeutlich gezähnt; die Winterknospen kastanienbraun, weißlich sammthaarig; ihre zahlreichen Schuppen meist lang bewimpert (Fig. 210). Im Schlusse gewachsen trägt die Rothbuche selten vor dem 60. bis 80. Jahre keimfähigen Samen; im freien Stande oder 5—10 Jahre nach erfolgter Freistellung schon in einem Alter von 40—50 Jahren. Die Bucheckern sind bezüglich ihrer Keimkraft außerordentlich difficil und verlieren dieselbe, wenn sie nicht mit besonderer Sorgfalt frisch erhalten werden, oft schon bis zum nächsten Frühjahre, während in freier Natur der Aufschlag häufig erst im zweiten Frühjahr nach dem Abflug erscheint. Die junge Pflanze erscheint zeitig im Jahre, meist schon im April, ist empfindlich gegen Licht und Nachtfröste, und bleibt in den ersten Jahren sehr klein; später geht zwar ihr Höhenwuchs rasch von Statten, aber dennoch wird der gerade, walzige, bis gegen

20 m astfreie Stamm, selbst im Schlusse erwachsen, selten höher, als 30 m. Sie erreicht auch selten eine so bedeutende Dicke, wie die Eiche und Kastanie, weil ihre Lebensdauer viel beschränkter ist. Häufig schon gegen das 140., meist aber gegen das 160. Jahr hin werden die Stämme kernfaul und abständig, und nur im Mittelwalde auf ganz günstigem Standorte werden sie zuweilen bis 300 Jahre alt, und erreichen dann mitunter einen Durchmesser von 2 m. In der Nähe vom Kloster Ebrach steht eine prachtvolle Buche von 40 m Höhe, deren vollkommen drehrunder Schaft bis auf 25 m astrein ist, und hier einen Durchmesser von 0,86 m hat, während er am Fuße einen Durchmesser von 1,43 m, und in der Mitte von 1,20 m hat. Auch die Hochgebirgsforsten der Kroatischen Militärgrenze bieten colossale und massenreiche Buchenstämme dar. In den ersten Jahren treibt die Buche eine einfache, gerade in den Boden hinabsteigende Pfahlwurzel, deren Länge unter günstigen Umständen nahezu 1 m erreicht, und welche mit zahlreichen Nebenwurzeln besetzt ist. Aber schon etwa im dritten Jahre bilden sich kräftige Seitenwurzeln aus, und gegen das 5. oder 6. Jahr hin hört der Längswuchs der Pfahlwurzel von selbst und für immer auf. Wurzelverwachsungen (Fig. 164) sind an der Buche nicht selten. Die Knospen bilden sich häufig nur zu ganz kurzen Trieben aus. Die jungen Triebe sind hellgrün mit weißen Seidenhaaren, werden aber schon im ersten Herbste dunkel-olivengrün, welche Farbe die Grundfarbe der Rinde bis zum höchsten Alter bildet; aber schon gegen das 10. Jahr hin bilden sich in den äußeren, abgestorbenen Rindenschichten die ersten Flechtenkeime, wodurch kleine, allmählig sich erweiternde Flächen der Rinde grauweiß und perlmutterglänzend werden; erst im späteren Alter brechen dann die Flechten selbst hervor. Die Rinde ist dünn, bleibt immer glatt, prall, indem sie sich mit der Verdickung des Stammes in Folge der Bildung von Lederkork ausdehnt, und bildet nie eigentliche Borke. Hinsichtlich der Wiederausschlagsfähigkeit steht die Rothbuche der Eiche und Weißbuche nach; Stockausschlag bildet sich vorzüglich aus Adventivknospen, welche in der zwischen Rinde und Holz hervorquellenden Ueberwallung oft zahlreich hervortreten. Während die Adventivknospen sich nach oben zu Loden fortbilden, wächst die Basis derselben durch fortdauernde Entwicklung von Jahresschichten nach unten, und bildet einen nach der Erde hin keilförmig sich verflachenden Holzkörper, welcher vollständig mit der Rinde des Mutterstockes verwächst, während der Holzkörper des letzteren bald verfault; nach einigen Jahren entwickelt die Lode selbst neue Wurzeln. Haben sich aus der ringförmigen Ueberwallung mehrere Adventivknospen zu Loden entwickelt, so erhält sich durch sie der ganze Ueberwallungsring lebendig; der Mutterstock behält alsdann zwar seine äußere Form, verliert aber dennoch seinen Holzkörper durch Verwesung vollständig. An Stöcken älterer Bäume entwickeln sich Adventivknospen häufig auch aus den Ueberwallungen verwundeter Wurzeln; sie erscheinen aber meist spät im Jahre. Die Rothbuche ist eine Schatten ertragende und stark schattende Holzart, der Vorverjüngung zugänglich.

Der Hauptsitz der Rothbuche ist Deutschland, von wo aus sie sich westlich über Frankreich, England und Irland, nördlich bis ins südliche Schweden und Norwegen (wild bis über 60° 37′, cultivirt bis 67° 56′ hinaus), und nordöstlich

bis an die Weichsel verbreitet; südlich erstreckt sie sich bis Sicilien, wo sie Gebirgspflanze ist, und erst zwischen 1170 und 1750 m über der Meeresfläche auftritt. In den Pyrenäen soll die Buchenregion 290 m, in den Apenninen und Alpen um 580 m der Meeresfläche näher liegen. In den süddeutschen Gebirgen und in den Karpathen erhebt sie sich zwar auch noch bis zu 1315 m, behauptet aber schon nicht mehr so entschieden die höheren Standorte, sondern steigt häufig in die Ebenen herab, und verspricht daselbst überhaupt nur, wenigstens in unseren Bayrischen Alpen, bis zu 1020 m Höhe gutes Gedeihen, und bis zu dieser Höhe kommen auch reine Buchenbestände vor. In den südlichen Kalkalpen findet sie sich bis zu 1400 m, auf den aus krystallinischen Gesteinen bestehenden östlichen Centralalpen aber nur bis zu 1080 m Höhe. Im mittleren Deutschland erhebt sich die Buche nicht bedeutend über 730 m, im nördlichen Deutschland (Harz) nicht über 470 m, und im nördlichsten Deutschland, sowie in Dänemark, Schweden und Norwegen gehört sie fast ganz der Ebene an, indem sie sich im Süden Norwegens höchstens noch bis zu 233 m über den Meeresspiegel erhebt; sie zieht stets das Hügelland der Ebene dem eigentlichen Flachlande vor. Die Buche begnügt sich mit geringer Bodentiefe, und gedeiht selbst auf sehr flachem Boden noch gut, wenn die Zerklüftungen des Untergrundes mit Ackererde erfüllt sind. Unter den Gebirgsarten sagen ihr vorzüglich die Kalkgesteine zu; der Muschel- und Jurakalk zeigen sich besonders günstig, desgleichen Kreidemergel, Kreide, Sandsteingebilde mit kalkig-thonigem Bindemittel, und ganz besonders Basalt. Einen guten Buchenboden liefern auch Granit, Syenit und Diorit, sowie die jüngeren Thonschiefer; nicht weniger finden wir auf den Lehmnestern der Diluvial-Formation sehr schöne Buchenwälder; auf eigentlichem Sandboden gedeiht die Buche nur bei großem Humusreichthume und größerer Bodenfeuchtigkeit. In nassen Gegenden gedeiht sie nicht; daher schadet ihr eine an und für sich feuchte Bodenart wohl nicht in Niederungen und in einem warmen Klima, wohl aber in einem kalten und feuchten Klima; dies ist auch die Ursache, warum sich die Centralalpen so ungünstig für das Gedeihen der Buche gegenüber den Kalkalpen zeigen. Wegen ihres in der Jugend sehr zarten Laubes leidet sie oft durch Spätfröste; aber auch Frühfröste schaden ihr, indem eine zu kurze Dauer der Entwicklungszeit ihr nicht gestattet, Stärkemehl in hinreichender Menge in den Knospen abzulagern.

Das Buchenholz hat große und kleine Markstrahlen; die Gefäße sind sehr fein, die Farbe ist tief lederbraun. Ein Kubikmeter des Holzes wiegt durchschnittlich frisch 900—1120 (i. M. 1010) kg; lufttrocken 660—830 (i. M. 745) kg (Nördlinger). Das Buchenholz findet seine vorzüglichste Anwendung als Brennholz, in welcher Beziehung es fast alle übrigen Hölzer an Güte übertrifft; aber auch als Werkholz wird es vielfach angewendet, weniger als Bauholz. Nebennutzung liefern vorzüglich die Früchte, welche geschält 15—17 Procent ihres Gewichtes Oel liefern, das als Speiseöl geschätzt ist. Die Samen enthalten Fagin oder Trimathylamin, $(CH_3)_3N$, wirken, in größerer Menge genossen, betäubend; die Oelkuchen aus Bucheckern sind für Pferde nachtheilig.

Varietäten der Rothbuche sind: F. s. purpurea, die „Blutbuche“,

mit rothbraunen Blättern; asplenifolia, mit schmalen, etwas eingeschnittenen Blättern; pendula, mit hangenden Zweigen; cristata, incisa etc., zum Theile schöne Gartenformen. Die „Sintelbuche“ ist eine verkrüppelte, in Hannover (bei Hildese) bestandbildende Form der Rothbuche.

Parasiten der Rothbuche: An den Blättern: Phytophthora (Peronospora) Fagi R. Htg. (Ph. omnivora de Bary), der Buchenkeimlingspilz; Phyllaktinia guttata Lév. (Erysiphe guttata Lk.), Gloeosporium Fagi Fckl. (braunrothe Flecken). — Am Stamm: Fusidium candidum Lk., der schwarze Brand der Rothbuchentriebe, Buchenkrebs, ein Schimmelpilz, zu welchem als Spermogonienform Libertella faginea Desm. gehört, und der junge Zweige zum Absterben bringt, an älteren Krebsstellen und Verkrüppelungen erzeugt. Nyktomyces utilis R. Htg. soll auf gewissen Standorten die Holzsubstanz consumiren und in einen Zustand versetzen, worin sie ein treffliches Zündmaterial liefert. Polyporus igniarius Fr. (Weißfäule); Hydnum diversidens Fr. Nectria ditissima Tul., ein Pyrenomycet, erzeugt die Krebsgeschwulste. Als Conidienform gehört dazu Tubercularia, kleine, rothe, Conidien abschnürende Stromata, außerdem Perithecien. — An der Wurzel: Agaricus melleus.

Castanea[1]) Tourn., echte Kastanie, Maronenbaum[2]) (XXI, 5). Auf einer 10—13 cm langen, aus den Blattachselknospen der jungen Triebe hervorwachsenden Spindel stehen vereinzelt die sehr verkürzten ♂ Blüthenkätzchen oder Blüthenknäuel (Fig. 341), sie sind an der Basis von schuppenförmigen Deckblättern umgeben. Die Einzelblüthe besteht aus einem 6theiligen Perigon, welches 10 bis 15 Staubblätter umschließt. Die ♀ Blüthen stehen gewöhnlich zu 2—3 an der Spitze der Zweige, seltener an der Basis der Spindel, welche die männlichen Blüthen trägt; die Deckblätter verwachsen zu einem 4theiligen, weichstachligen Fruchtbecher, welcher 3 Blüthen eng einschließt. Jede Blüthe besteht aus einem 6—8fächerigen Fruchtknoten (Fig. 276), welcher auf seinem oberen Rande eine 5—8theilige Blüthenhülle und eben so viele Narben trägt; jedes Fach enthält 2 Samenknospen. Während der weiteren Entwicklung abortiren die Samenknospen meist bis auf eine, und selbst von den Fruchtknoten, welche zu einer braunschaligen Frucht (eßbare Kastanie, Marone) heranreifen, verkümmert oft einer oder der andere, so daß die zu einer stacheligen Fruchthülle herangewachsene in der Regel dreifrüchtige Cupula (Fig. 203) oft nur zwei oder eine Frucht umschließt. Der Embryo hat die Größe der Frucht (kein Albumen), die dicken und fleischigen Samenlappen bleiben bei der Keimung in der Erde zurück; das erste Blatt ist noch ganzrandig.

Diese Gattung ist sehr artenarm, indem man außer der Castanea vesca Gaertn. nur noch die C. pumila L. aus Nordamerika kennt, welche durch auf der Unterseite graufilzige Blätter und den stets einfrüchtigen, zweiklappigen Fruchtbecher unterschieden ist.

C. vesca Gaertn. (C. vulgaris Lam., Fagus castanea L.), die eßbare Kastanie. Sie blüht im Juni oder Juli; die Früchte reifen im October. Im freien Stande trägt sie schon mit dem 25.—30. Jahre keimfähige Früchte, in mäßigem Schlusse tritt die Pubertät im 40.—50. Jahre ein. Die Früchte verlieren sehr bald ihre Keimfähigkeit. Die Blätter sind länglich-lanzettförmig zu-

---

[1]) Von Castana, einer Stadt im alten Thessalien.
[2]) Châtaignier in Frankreich; Maronnier ist Aesculus hippocastanum.

gespitzt, am Rande mit großen, vorwärts gekrümmten stachelspitzigen Zähnen besetzt, oben glatt und kahl, unten in der Jugend mit vereinzelten steifen, niederliegenden und Sternhaaren (Fig. 94 A) besetzt, und stehen an der Hauptaxe fünfzeilig, an den Zweigen aber zweizeilig. Die Winterknospen stehen nicht gerade vor der Blattnarbe, sondern etwas seitlich von derselben, sind spitz-eiförmig mit einwärts gebogener Spitze und flaumhaarig; die 2—3 Knospenschuppen sind hellbraun, dunkler gerandet, oder grünlich mit braunem Rande. Die jungen Triebe sind rothbraun, an der Spitze mehlig bestaubt und mit einzelnen Haaren besetzt; Mehlstaub und Haare verlieren sich aber sehr bald. An den 3—6jährigen Trieben ändert sich die braunrothe Farbe der Rinde in Olivengrün um, worauf die weißen Linsendrüsen deutlich hervortreten. Diese olivengrüne Farbe ist die eigentliche Rindenfarbe; wenn die Rinde älterer, 8—12jähriger Stämme ein buntscheckiges, besonders aschgrau und weiß geflecktes Ansehen erhält, und dadurch der Buchenrinde sehr ähnlich wird, so ist dies hier wie dort Folge von Flechtenbildung (Verrucaria etc.) Die abgestorbene Rinde ist rothbraun, reißt nach und nach auf, und wird endlich dunkelbraun. Die Bewurzelung ist der der Eiche ziemlich gleich, aber die Pfahlwurzel zertheilt sich schon bald unter dem Stocke. Die Kastanie erreicht unter günstigen Umständen ein eben so hohes Alter, wie die Eiche, wächst in der Jugend sehr rasch, wird aber dennoch selten höher, als 20—22 m, dagegen erreicht der Stamm eine oft sehr bedeutende Dicke.[1]) Die Kastanie findet sich in Europa, Asien und Nordamerika, und zwar vorzüglich verbreitet in Südeuropa. Im nördlichen Griechenland ist sie ein Baum der Ebene, im mittleren ist sie Gebirgspflanze, und im südlichen nur noch auf den höchsten Gebirgen anzutreffen; ebenso ist es in Italien, wo besonders ein Baum auf dem Aetna, „Il Castagno dei cento cavalli", wegen seines außergewöhnlichen Umfanges (64 m) weit berühmt ist. In der südlichen Schweiz und in Tyrol ist sie ein gewöhnlicher Waldbaum. Nach Deutschland scheint sie überall nur durch die Cultur, als ein schöner Park- und Obstbaum, versetzt zu sein, obschon sie im südlichen Deutschland häufig verwildert auftritt und namentlich im Rheinthale ziemlich tief hinabgeht. Sie fordert einen lockeren und tiefgründigen Boden. Ihre Fähigkeit, vom Stocke auszuschlagen, soll geringer sein, als die der Eiche. Das Holz ist dem Eichenholz ähnlich (sehr große Gefäße im Frühjahrsholz), doch mit ausschließlich feinen Markstrahlen und kleineren „Spiegeln" auf der Spaltfläche; als Brennmaterial nicht besonders geschätzt, doch soll es gute Kohlen liefern. Ein Kubikmeter wiegt frisch i. M. 990 kg und lufttrocken i. M. 66 kg. Es ist vorzüglich gesucht zu Weinpfählen und Faßreifen. Das der amerikanischen Form C. v. americana heißt „Chestunt". Die Früchte werden roh und gebraten gegessen, und liefern dadurch eine beachtenswerthe Nebennutzung.[2])

---

[1]) Ein etwa 60jähriger Kastanienbaum im akademischen Forstgarten zu Tharand hat in 1 m Höhe einen Durchmesser von 57 cm.

[2]) Die edle Kastanie muß durch Pfropfreiser fortgepflanzt werden; die „wilden" Früchte sind klein und nicht sehr schmackhaft. Die vorzüglichsten Maronen an Größe und Mehlreichthum sind die Maronen von Luc, einer Ortschaft zwischen Toulon und Nizza, wo an den Gebirgshängen riesengroße Bäume stehen.

Parasiten der Edelkastanie. Durch Wurzelabsterben wird der Baum bisweilen dürr; ein Mycelium in der Wurzel ist nach Planchon wahrscheinlich Agaricus melleus.

Ordnung: Juglandeae, Nußbäume.

Die Blüthen sind einhäusig; die ♂ bilden Kätzchen, welche aus Blattachselknospen der vorjährigen Triebe hervorgehen (Fig. 278 A; C; D); ihr dem Deckblättchen aufgewachsenes Perigon ist 2—6lappig und trägt in der Mitte mehrere Staubblätter mit sehr kurzen Staubfäden. Die ♀ Blüthen entspringen einzeln oder zu 2—5 aus gemischten Knospen und bestehen aus einem unterständigen, zweifächerigen Fruchtknoten, dessen beide wandständige Samenträger unfruchtbar sind, während auf der Spitze des Mittelsäulchens die einzige, nur mit einer Knospenhülle umgebene aufrechte Samenknospe steht. An dem Fruchtknoten sind 4 Vorblätter und 4 mit letzteren alternirende krautartige Perigonblätter emporgewachsen; die großen Narben lanzettförmig verlängert, zweitheilig oder schildförmig vierlappig. Frucht eine Steinfrucht (Fig. 140; 308) mit unregelmäßig zerreißender, äußerer Fleischwand; die holzige Steinschale springt in zwei Klappen auf; die Naht wird gebildet durch die beiden wandständigen unfruchtbaren Samenträger, welche als eine unvollständige Scheidewand zwischen die sehr unregelmäßigen großen Kotyledonen des eiweißlosen Embryo (Fig. 308 D) eingreift. Keimung hypogäisch. Die Blätter sind unpaarig gefiedert und stehen abwechselnd. Nebenblätter fehlen. Das Mark der Zweige fächerig.

Juglans regia L., der Wallnußbaum (XXI. 5.) Die unpaarig gefiederten Blätter bestehen aus 7—9 eiförmigen, etwas spitzigen, ganzrandigen, glatten und glänzenden Blättchen. Die ♂ Kätzchen erscheinen schon im Herbste und sind zur Zeit der Blüthe, im Mai, schlaff überhängend, 8—10 cm lang, dunkelgrün; die Frucht reift im September. Die Knospen sind halbkugelig, die Knospenschuppen lederartig. Die äußeren olivengrün, mit harzartigen aromatischen Ausscheidungen in Form kleiner Körnchen; die inneren kurz-graufilzig. Die Blattnarben groß und dreilappig. Die alte Rinde ist aschgrau, die jungen Zweige grün, das Mark der jährigen Triebe in Querwände abgesetzt. Alle grünen Theile des Baumes haben einen eigenthümlichen, angenehmen Geruch.[1]) Der Wallnußbaum ist ein Baum erster Größe, der über 200 Jahre alt wird, ursprünglich aus Asien stammt, in Deutschland aber in milderen Gegenden oder etwas geschützten Lagen sehr gut gedeiht und häufig gepflanzt wird. Das feinfasrige, feste, schön braun geflammte Holz wird zu Schreiner- und Drechslerarbeiten sehr geschätzt; die untere Stammpartie nächst der Wurzel giebt sehr schöne Maser. Ein Kubikmeter wiegt grün 915 kg,

---

[1]) „Der Wallnußbaum", sagt Hans von Carlowitz in seiner „Anleitung zur Wilden Baumzucht" (1713), „wird auf Lateinisch genannt Juglans, non quasi Jovis gleus, sed quod jugulet glandes, auf Teutsch Eichelmörder, weil er den Eichenbaum um und neben sich nicht leidet, sondern verderbet und umbringet." Eben so unrichtig ist die verbreitete Meinung, daß der Wallnußbaum kein Insect nähre — sein scharfer Geruch vertreibe die meisten aus seiner Nähe, und „wo die Blätter des Nußbaumes auf dem Boden liegen, dort entfernen sich die Regenwürmer, Werren, Engerlinge mit ihren Sippen." Doch lebt Acidalia brumata, Dasychira pudibunda, Cossus Aesculi etc. auf bezw. in dem Baume.

lufttrocken 695 kg. Rinde, Blätter und Fruchtschalen werden zum Schwarz- und Braunfärben benutzt. Die wohlschmeckenden Samen enthalten bis 50 Proc. Oel, welches als Speiseöl geschätzt und zur Oelmalerei verwendet wird. In Bezug auf die Größe der Frucht giebt es verschiedene Spielarten.

J. cinerea L., die graue Wallnuß, mit wolligen Blättern und länglichen Früchten, deren Fleischhülle behaart und klebrig, und deren Steinkern sehr tief gefurcht und hart ist, und J. nigra, die schwarze Wallnuß, mit großer, runder Steinfrucht; beide aus Nordamerika.

Carya, Hickory-Nuß. In Nordamerika heimisch. In mehreren Species in Deutschland gut gedeihend (C. alba, tomentosa, olivaeformis, porcina), mit vierspaltiger Fleischhaut der sehr harten Steinfrucht (Fig. 309) und ungefächertem Mark. Liefert ein sehr schönes, hartes „Nußbaum"-Holz.

Pflanzliche Parasiten der Juglandeen: An den Wallnußblättern: Depazea Juglandina Fr.; Fusarium pallidum (gelbliche und bräunliche Flecken). Am Stamm: Polyporus sulphurea Fr. (Zersetzung befördernd). — An der grünen Fruchtschale[1]): Gloeosporium epikarpii Thüm.; Helotium fructigenum Karst.; Karyospora putaminum Sacc.; Naemospora Juglandis Prss.; Cephalothecium candidum Bon.; Diplodia Juglandis Fr.; Septoria epikarpii Thüm. — Auf dem Nußkern: Mucor Juglandis Lk.; Peziza Juglandis Prss.; Polyaktis vulgaris Lk. — In taubgebliebenen Nußschalen: Askophora nucuum Cda. — Auf der Steinschale von Juglans nigra: Sphaeria druparum Schweinitz. — Auf der Steinschale von Carya alba: Sphaeria karyophaga Schw.; Sph. perikarpii Schw.; Sphaeropsis perikarpii Peck.

Ordnung: Salicineae, Weiden.

Die Blüthen sind zweihäusig; die männlichen, wie die weiblichen, bilden Kätzchen. Die Staubgefäße bezw. Fruchtknoten sitzen entweder in der Achsel schuppenförmiger rauhhaariger Deckblätter, welche außerdem noch Honigdrüsen tragen, oder Staubblätter sowohl, als Fruchtknoten, sind von einem becherförmigen, schief abgestutzten, fleischigen Perigon umgeben. Es finden sich in jeder männlichen Blüthe 2—24 freie oder monadelphische Staubblätter, bisweilen selbst nur ein einziges; jede weibliche Blüthe besteht aus einem freien, einfächerigen Fruchtknoten, welcher viele hangende umgewendete Samenknospen an zwei wandständigen Samenträgern enthält, einem Griffel und zwei oft zweispaltigen Stempelmündungen. Die Frucht ist eine zweiklappige Kapsel; die Samen sind eiweißlos, am Nabel von einem Haarschopfe umgeben, welcher aus dem in lange Haare aufgelösten Samenmantel besteht (Fig. 284 B). Der Keim ist gerade, und die Samenlappen eben. Es gehören in diese Ordnung Bäume und Sträuche mit abwechselnden zerstreuten Blättern, deren Längswachsthum bis zum Spätherbst fortdauert, weshalb sie niemals einen „zweiten Trieb" bilden; sie lieben feuchte Standorte und sind fast alle der gemäßigten und kalten Zone eigen; nur einige reichen bis an die Grenzen des ewigen Schnees. Das Weidenholz ist weiß oder bräunlich, weich; die Holzzellen sehr dünnwandig; die Markstrahlen von einer Art, außerordentlich fein. Gefäße gleichmäßig vertheilt, selten sammelförmig angeordnet. Kernholz

[1]) F. v. Thümen: Fungi pomicoli. Wien 1879.

vom Splint nur durch die Farbe unterschieden. Seine lockere Beschaffenheit macht es technisch weniger brauchbar.

Salix L., Weide (XXII. 2). Männliche und weibliche Kätzchen haben gleichen Stand: sie entspringen bei den meisten Arten nur aus Blattachselknospen vorjähriger Triebe, und stehen vereinzelt, theils auf verschwindend kurzen, am Grunde nur von Schuppen umgebenen, theils auf verlängerten und reich beblätterten Seitenästchen, deren unmittelbare Fortsetzung die Spindel des Kätzchens ist. Nur bei einigen Arten der höchsten Alpen entsprießen die Kätzchen aus Terminalknospen. Die Kätzchen sind aufgerichtet oder abwärts gekrümmt, aber nicht hangend. Die Kätzchenschuppen sind ganzrandig, und tragen entweder 1—5 (meist 2) Staubblätter, oder einen Fruchtknoten, und eine oder zwei das Perigon vertretende, nach Kerner Anhangsgebilde des Blüthenbodens darstellende Honigdrüsen (Nectarien). Die Staubblätter haben meist lange Staubfäden, und der Fruchtknoten ist länger oder kürzer gestielt, mit zwei oft tief gespaltenen, hufeisenförmigen Narben. Die Samenlappen sind eiförmig-rundlich, und laufen nach dem kurzen Stiele hin spitz zu. Die Knospen sind stets von zwei an den Rändern zu einer vollständig geschlossenen Hülle verwachsenen Knospenschuppen bedeckt, welche, nachdem eine der beiden Nähte aufgeplatzt ist, abgestoßen werden. Im Herbste oder Winter sterben in der Regel die Endstücke der Haupt- und Nebenaxen ab, und trennen sich von den unteren Theilen; die Blätter stehen zerstreut, oft mit Nebenblättern (Fig. 188). Die Rinde enthält mehr oder minder des Bitterstoffs Salicin[1]), aus welchem früher die Salicylsäure bereitet wurde. Der Same, sogleich nach dem (loculiciden) Aufspringen der Kapsel auf feuchten Boden ausgesäet, keimt schon nach 12 Stunden; läßt man ihn aber nur ein Paar Tage alt werden, so braucht er schon etwas länger, um zu keimen, und wenn er 6 bis 8 Tage an einem trockenen Orte gelegen ist, so hat er die Keimfähigkeit verloren; im Teichschlamm soll sie länger andauern. In der Regel werden die Weiden durch Stecklinge fortgepflanzt. Man wählt dazu am liebsten zweijährige kräftige Sprosse (obgleich auch ältere, selbst 6—8jährige, ebenso wie einjährige Triebe, besonders an feuchten Orten, leicht Stammadventivwurzeln bilden [Fig. 125]). Den 25—40 cm langen Stecklingen werden nicht zu viele (2—3) Knospen am oberen Ende belassen. Zu Korbflechtereien bestimmte Weideruthen sollen einjährig, lang, astlos, dünn, in ihrer Länge möglichst ausgeglichen sein. Die Ruthen werden im Frühjahr vor dem Laubausbruch dicht am Boden geschnitten, bündelweise in Wasser gestellt und nachdem sie in den Saft gekommen, geschält. Die Gattung ist sehr reich an Arten und Bastarden (vergl. S. 387), von denen jedoch nur wenige für den Niederwaldbetrieb forstlich wichtig sind.

F. Wimmer[2]) bringt die 34 europäischen Weidenarten in folgende elf Tribus:

---

[1]) Die größte Ausbeute liefert S. purpurea und deren Bastard (mit S. viminalis L.) S. helix = S. rubra Huds.

[2]) Salices europaeae. Breslau 1866.

1. Baumweiden.

I. Pruinosae, Reifweiden, mit bereiften oder gestreift-behaarten Zweigen; citronengelber Bastschicht; kahlen, zusammengedrückten Fruchtknoten. Eine Honigdrüse; zwei freie Staubgefäße. Kätzchen.
S. lanata L.; daphnoides Vill.; pulchra W. & Kr.; pruinosa Wendl.

II. Serotinae, Spätweiden, mit spät (nach dem Laubausbruch) blühenden Kätzchen, ♀ Kätzchen auf beblättertem Stiel, Deckschuppen gleichfarbig, hinfällig, Honigdrüsen der ♂ Blüthen stets gedoppelt, Blätter länglich-lanzettlich, später kahl, 2, 3, 5 oder mehr freie Staubgefäße.
S. pentandra L.; fragilis L.; alba L.; triandra L.; babylonica L.

2. Strauchweiden.

III. Incanae, Grauweiden, blasse Deckschuppen, Staubfäden halbverwachsen; Blätter lineal.
S. incana Schrk.

IV. Purpureae, Purpurweiden, Deckschuppen gefärbt; Staubfäden ihrer ganzen Länge nach verwachsen, Blätter fast lineal.
S. purpurea L.

V. Viminales, Bandweiden, Deckschuppen halbschwarz; Staubfäden frei; Fruchtknoten fast sitzend; Stempel, Stempelmündung und Honigdrüse lang.
S. viminalis L.; Lapponum L.; longifolia Host.

VI. Rugosae, Runzelblättrige Weiden, Deckschuppen halbschwarz; Staubfäden frei; Fruchtknoten gestielt, Stempel kurz, Blätter breit, runzlig, beflaumt.
S. cinerea L.; aurita L.; caprea L.

VII. Silesiacae, Deckschuppen halbschwarz; Staubfäden frei, Fruchtknoten gestielt, schief, Stempel kurz, Blätter breit, runzlig, fast kahl.
S. silesiaca Wimm.; grandifolia Seringe.

VIII. Glabratae, Glattweiden, Deckschuppen halbschwarz, Staubfäden frei, Fruchtknoten gestielt; Stempel etwas gespalten, Basis der Stempelmündung trichterförmig; Blätter oval, im Alter immer kahl, glatt.
S. nigricans Sm.; Weigeliana Wimm.; glabra Scop.; hastata L.

3. Zwergweiden (Kleinsträucher).

IX. Alpinae, Alpenweiden, Deckschuppen der Kätzchen rostfarben; Staubfäden frei; Fruchtknoten kurz gestielt; Stempel gespalten; Blätter elliptisch.
S. helvetica Vill.; glauca L.; pyrenaica Gon.; Myrsinites L.; caesia Vill.; Arbuscula L.

X. Humiles, Niederungsweiden, niedrige Sträucher; Deckschuppen gefärbt; Staubfäden frei, Fruchtknoten gestielt.
S. livida Wahlenb.; myrtilloides L., repens L.

XI. Glaciales, Gletscherweiden, Stamm unterirdisch, sehr verzweigt; Deckschuppen gefärbt, durchscheinend.
S. retusa L.; herbacea L.; polaris Wahlenb.; reticulata L.

Salix lanata L. Eine hochnordische Weide mit weißwolligen Blättern und gelbwolligen dicken Kätzchen.

S. pruinosa Wendl., die Kaspische Weide. Rinde dunkelviolett, Holz weiß. Blätter schmal, lang zugespitzt. Wurde neuerdings für sandigen Lehmboden, der auch im Sommer etwas frisch bleibt, warm empfohlen, da ihre 1—3 m langen Ruthen keine Seitentriebe bilden, als Flechtmaterial der S. vinimalis vorzuziehen seien.

S. pentandra L., die Lorbeerweide. Kätzchen nach den Blättern erscheinend. 5—10 Staubgefäße hinter jeder ♂ Schuppe. Samenkapseln gestielt. Blattstiel an beiden Seiten drüsig. Blätter glänzend, lederartig, feingezähnt, im ausgebildeten Zustande fast geigenförmig oder breit eiförmig, scharf zugespitzt. Ein bis 10 m hoher, schöner Baum, häufig in Anlagen.

S. fragilis L., die Bruch- oder Knackweide (Fig. 245). Blätter lanzettförmig, in der Jugend bewimpert, später ganz kahl, an den Zähnen braundrüsig,

gestielt. Zweige graubraun, an der Basis leicht abbrechend. Hoher Baum mit sperrigen Aesten, dessen Holz zu Kisten, Faßreifen, Schnitzwerk ꝛc. dient; die Zweige für Flechtwerk von mäßigem Werthe. Proventivknospen (Fig. 222).

S. alba L., die weiße Weide, von welcher die schätzbare Dotterweide, S. vitellina L., mit gelben Zweigen, die Silberweide, S. argentea, mit seidenglänzenden Blättern nur Abarten sind; wächst baumartig, und ihre Kätzchen stehen auf beblätterten Zweigen; die Kätzchenschuppen sind gleichfarbig und hinfällig; jede männliche Blüthe enthält zwei Staubblätter und zwei Honigdrüsen, von denen die vordere sehr klein, eirund und stumpf, die hintere doppelt so lang und linienförmig ist; die Fruchtkapseln sind eiförmig, spitz zulaufend, oben abgestumpft und glatt, und zeigen zuletzt ein sehr kurzes, der Honigdrüse kaum an Länge gleiches Stielchen; der Stempel ist kurz, mit dicker, ausgerandeter Mündung. Die Blätter sind lanzettförmig, zugespitzt, etwas gesägt, beiderseitig seidenhaarig, und stehen achtzeilig ($^3/_8$; $^5/_8$); die Nebenblätter lanzettförmig. Die Knospen sind klein, länglich, fast gleichbreit, an der inneren Seite platt und an die Axe angedrückt, bräunlich mit weißen, anliegenden Haaren. Die Blüthen erscheinen im Mai nach dem Ausbruche des Laubes, und die Früchte reifen im Juni. Der Same wird durch den leichten, wolligen Anhang weit weggeführt, fordert aber zum Keimen einen durchaus reinen Boden, weil er außerdem wegen seiner Leichtigkeit nicht in die Erde gelangt. Die junge Pflanze bleibt anfangs sehr klein und kommt erst mit dem 3. oder 4. Jahre in Wuchs. Der Stamm wird sehr alt (später hohl), erreicht unter günstigen Umständen eine Dicke von 0,6—1 m und darüber im Durchmesser bei einer Höhe von mitunter 20—24 m; reinigt sich aber selten höher als 4—5 m von den etwas aufgerichteten Aesten. Die Belaubung ist ziemlich gering, die Bewurzelung oberflächlich, weit verbreitet und schwach-ästig. Diese Weide, welche sich in ganz Deutschland an feuchten Orten findet, wird am häufigsten als Kopfholz bewirthschaftet, und zu diesem Ende auf feuchten Hutplätzen, an den Rändern der Flüsse und Bäche, an Wegen und Triften angebaut. Man pflanzt sie leicht und sicher durch Stecklinge und Setzstangen fort. Die Zweige werden zum Korbflechten (besser als S. fragilis) und zu Faschinen benutzt. Die Brennkraft verhält sich zu der des Buchenholzes wie 52:100. Die Rinde wird in der Weißgerberei benutzt und enthält ziemlich viel Salicin.

S. fragilis-alba Wimm. (S. Russeliana Koch). Baum mit wenig brüchigen Zweigen; die breit-lanzettlichen, langspitzigen Blätter oberhalb glatt, glänzend, unterseits jung silber-seidenglänzend.

S. triandra L. (amygdalina L.), die Mandelweide. Ist dreimännig, bisweilen nur strauchartig, der S. fragilis verwandt, aber die Blätter mit größeren Nebenblättern, kürzer gestielt und ohne Drüsenhöcker an den Blattzähnen. Die Zweige stets biegsam; die Rinde löst sich in großen Tafeln ab. Kernholz roth.

S. babylonica L., die Trauerweide. Mit langen dünnen, herabhangenden Zweigen, kahlen, lineal-lanzettlichen Blättern; stammt aus dem Orient; ist nur in weiblichen Exemplaren bei uns vertreten und wird zur Zierde an Teichen und auf Grabstätten angepflanzt.

S. purpurea L., die Purpurweide (S. monandra Arduin). Die zwei Staubfäden bis an die (rothen) Antheren verwachsen. Zweige in der Jugend purpurroth angelaufen; liefern vortreffliches Material zur Korbflechterei; Knospenschuppen blutroth (Fig. 387). Innenrinde citronengelb. Kätzchen sehr schlank, walzig; Deckschuppe unter der Spitze braun. Blätter fast gegenständig, auf der Unterseite blau-grün, nach der Spitze zu spatelförmig verbreitert, gegen die Basis ungezähnt. Kätzchen häufig androgynisch (Fig. 246). Liebt trockenen Boden.



Fig. 387. Salix purpurea. Winterknospen (nat. Gr.).

S. viminalis L., die Hanfweide, Korbweide. Kätzchen sitzend, kurz, eiförmig. Blätter sehr schmal, fast lineal und spitz mit pfriemlichen Stipeln, der Blattrand nach unten umgerollt. Sprosse bis über 1 m lang und für feinere Korbwaaren sehr gesucht.

S. Lapponum L., die Lappländische, und S. longifolia Host., die langblättrige Weide, sind der vorstehenden verwandt, doch ohne besondere forstliche Bedeutung. Erstere im hohen Norden und in Deutschland auf Hochgebirgen (Riesengebirge, Sudeten 2c.), wo sie mit S. arbuscula L., S. Myrsinites L. oft weite Strecken überzieht. S. longifolia an Flußufern Deutschlands.

S. cinerea L. (S. acuminata Hoffm.), die aschgraue, große Werftweide. Junge Triebe und die kugelförmigen Knospen dicht grau-behaart. Blätter umgekehrt-eiförmig mit zurückgekrümmter Spitze. Wird bisweilen zum ansehnlichen Baum. Kommt mit S. caprea zusammen, doch auch an Bächen und Werften 2c. vor.

S. caprea L., die Sahl- oder Sohlweide, Palmweide, hat sitzende, an der Basis wenig beschuppte Kätzchen, deren Blüthen sich schon im März oder April vor dem Laubausbruche entwickeln; jede männliche Blüthe enthält zwei Staubblätter mit langen Staubfäden und eine walzenförmige grünliche Honigdrüse; die Fruchtkapseln sind eiförmig, gegen die Basis lanzettförmig verlängert, filzig und gestielt; die Stielchen sind 4—6 mal länger, als die Honigdrüse; der Stempel sehr kurz, mit eiförmiger, zweitheiliger Mündung. Die Blätter sind eiförmig oder elliptisch, mit zurückgekrümmter Spitze, am Rande schwach wellenförmig-gekerbt, oben kahl und runzelig, unten weißlich-filzig, mit nierenförmigen Nebenblättern; sie stehen fünfzeilig. Die Laubknospen sind eben so breit, oder fast so breit, als lang, stumpf-herzförmig, angedrückt mit abstehender Spitze; die Blüthenknospen dick, anfangs kugelig und schwarzbraun, haarlos, oder nur mit wenigen kurzen, weißlichen Härchen, später mehr gestreckt, gegen die Spitze hin hellbraun. Die Rinde junger Stämme ist grau-grün, glatt, und reißt nur in regelmäßigen Rauten auf; an älteren Stämmen bekommt sie Längsrisse, wird borkig und hat dann viele Aehnlichkeit mit der Rinde der Ulmen. Diese Weide ist von den Alpen und Pyrenäen über ganz Europa bis in das nördliche Lappland verbreitet, und gedeiht auch auf trockenem, bindendem Boden, weshalb sie sich auch leicht in Wald-

schlägen, in Buchenschlägen oft als lästig verdämmendes Unkraut, ansiedelt, ja sogar den schweren Waldboden der Niederungen und Vorberge vorzüglich liebt. Sie wird nicht so groß, wie die weiße Weide, doch bisweilen an 15 m hoch. Ihr Holz ist bräunlich und wird vorzüglich von Siebmachern gesucht. Ein Kubikmeter wiegt grün 730—970 (i. M. 850) kg, lufttrocken 430—630 (i. M. 530) kg, und seine Brennkraft ist gleich 0,76 von der des Buchenholzes.

S. aurita L., die geöhrte Weide. Ein höchstens 2 m hoher, an feuchten Waldwegen häufig angesiedelter Strauch. Blätter umgekehrt-eiförmig; die dünnen Zweige und Knospen unbehaart. Der Stamm oft spannrückig. Kätzchen länglich-eiförmig, dichtblüthig. Blätter runzlig, verkehrt-eiförmig, mit aufgesetzter Spitze, scharf ausgerandet (seltener ganzrandig) mit großen, ausdauernden Nebenblättern (Fig. 188). In fast ganz Europa.

S. silesiaca Willd., die Schlesische Weide und S. grandifolia Seringe, die großblättrige Weide, sind durch große, breite, später kahle Blätter charakterisirt. Erstere hauptsächlich in Schlesien (Sudeten) und in den Karpathen, letztere in den Alpen und Siebenbürgen heimisch, gedeihen angepflanzt auch im mittleren Deutschland. Forstlich ohne Bedeutung.

S. nigricans Smith, die Schwarzweide. Eine in zahlreichen Varietäten und Formen vertretene Art, welche in ganz Europa, doch nicht überall häufig, vorkommt. Die Knospen und jungen Zweige kurz behaart. Die Blätter elliptisch oder oval, kurz zugespitzt, werden beim Trocknen schwarz. Nebenblätter mit gerader Spitze. ♂ Kätzchen sitzend oder kurz gestielt, eiförmig oder fast cylindrisch, bis 2 cm lang; ♀ mit gestielten Fruchtknoten (Stiel doppelt so lang, als die Honigdrüse). Sie eignet sich besonders zur Befestigung der Ufer und zum Faschinenbau und bildet mit S. purpurea, viminalis, incana die Auwaldungen an Flüssen und Bächen.

S. Weigeliana Willd., S. phylicifolia Sm. (S. bicolor Ehrh.), die zweifarbige Weide. Die Knospen und Blätter kahl, letztere fast ganzrandig, oberseits glänzend grün, unterseits bläulich-weiß, mit gelblichem Mittelnerv. Die halbherzförmigen Nebenblätter mit schiefer Spitze. Die dichtblühenden Kätzchen sind ei- bis walzenförmig. Kommt hauptsächlich im nördlichen Europa an feuchten Orten vor; in Deutschland selten.

S. repens L., die kriechende Weide, ein kleiner, auf dem Boden hingestreckter Strauch, verträgt Uebersandung, und kann beim Dünenbau benutzt werden. Sie findet sich in Deutschland auf sandigen, feuchten oder trockenen Wiesen und Triften, und mit den Varietäten S. rep. rosmarinifolia Koch, S. rep. fusca, angustifolia auf Mooren, während S. rep. argentea, mit silberweißen Blättern, im Dünensande der Nord- und Ostseeküsten und Inseln vorkommt.

Parasitische Pilze: Auf den Blättern einiger Weidenarten schmarotzt Melampsora salicina Lév., eine Uridinee mit gelben Pilzpolstern unterseits; später schwarzen Flecken; die Blätter rollen sich zusammen. (Zerstört oft große Partien von Weidenhegern. Frühzeitiges Entfernen der befallenen Sprosse; Verbrennen des abgefallenen Laubes im Herbste, welches mittelst der Teleutosporen im folgenden Frühjahr die Krankheit über-

trägt.) Fumago salicina Tul. (Rußthau); Rhytisma salicinum Fr.; Erysiphe Populi Dec.; Uncinula (Erysiphe Lk.) adunca Lév. Auf S. alba: Gloeosporium Salicis Westend (schwarze Flecken); auf S. triandra: Septoria Salicis Westend und Sept. didyma Fckl. — Am Stamm: Polyporus igniarius Fr. (das Mycel erzeugt Weißfäule[1]). Auch von Cuscuta europaea, der Zaunseide (Fig. 130), sowie von C. lupuliformis Krock. werden die Weiden nicht selten heimgesucht.

Populus L., Pappel (XXII. 7). Die Kätzchen entspringen einzeln vorzüglich aus Blattachselknospen der vorjährigen Triebe; die Kätzchenstiele sind blattlos, und die Kätzchen selbst nur in der ersten Jugend aufgerichtet, später nach unten sich krümmend und hangend. Die Blüthen entwickeln sich vor dem Laubausbruche; die männlichen bestehen aus einer am oberen Rande mehr oder weniger tief zerschlitzten Kätzchenschuppe, hinter welcher sich 8—30 von einem becherförmigen, fleischigen, schief abgestutzten Perigon umgebene Staubblätter befinden; Staubbeutel beim Aufbrechen roth. Die weiblichen sind ebenso gebildet, nur findet sich hier statt der Staubblätter ein ei= bis spindelförmiger, meist nackter Fruchtknoten mit einem kurzen Griffel und 2—4 gelappten fleischigen Narben, deren jede meist tief (hufeisenförmig) zweispaltig, zuweilen sogar vierspaltig ist. Die Winterknospen werden von mehreren getrennten Schuppen bedeckt, die Blätter stehen fünfzeilig, die Nebenblätter sind klein und fallen frühzeitig ab. Die Frucht ist ähnlich der der Weiden gebildet. Ganz frischer Same keimt schon nach 2—3 Tagen, etwas älterer 8—10 Tage nach der Aussaat. Die junge Pflanze erscheint mit kleinen, fleischigen, gestielten Samenlappen, welche an der Basis geradlinig, fast senkrecht auf die Richtung des Stieles, abgeschnitten sind, und beiderseits etwas pfeilförmig nach außen gezogene Zipfel haben; sie erreicht im ersten Jahre unter gewöhnlichen Standortsverhältnissen eine Höhe von 13—16 cm, wird jedoch unter günstigen Umständen selbst 2—3 mal so hoch. Natürlicher Anflug ist selten, da hierzu wegen der Leichtigkeit des Samens ein ganz reiner Boden erforderlich ist, und da die Pappeln auch nur wenigen keimfähigen Samen tragen (vielleicht wegen Mangel der Honigdrüsen). Alle Arten sind Bäume erster oder mittlerer Größe. Das Holz der Pappeln ist weich, leicht, elastisch, es reißt und wirft sich sehr wenig, und ist daher zu Schnitzarbeiten, zu Mulden, Wurfschaufeln, Holzschuhen ꝛc. geschätzt. Doch bilden sämmtliche Pappeln starken Stockausschlag, manche auch Wurzelbrut.

A. Aspen.

Junge Zweige, Blätter, Wurzelbrut und Stockausschlag filzig behaart; Kätzchendeckschuppen regelmäßig handspaltig, gewimpert.

P. tremula L., die Aspe, Espe, Zitterpappel. Die Knospen (Fig. 215) sind kegelförmig, zugespitzt, glänzend braun, nicht oder doch nur wenig harzig; die jungen Triebe filzig=behaart; die Blätter (Fig. 179 a, b) lang=gestielt, fast kreisrund, tiefbuchtig=gekerbt, stumpf, oder kurz=zugespitzt und kahl, mit Drüsen an den Kerbzähnen; die Kätzchenschuppen dichtzottig bewimpert. Die Blüthen entwickeln sich Ende März oder im April vor dem Laubausbruche; die Früchte

[1]) R. Hartig: Die Zersetzungserscheinungen des Holzes. Berlin 1878.

reifen gegen Ende Mai, und fliegen alsbald ab. Freistehende Bäume tragen mit dem 20. bis 25. Jahre fast jährlich Früchte, Stockausschläge, wie gewöhnlich, zeitiger. Der Same hält sich nur kurze Zeit keimfähig, und muß daher sofort nach der Reife gesäet werden; er wird vom Winde sehr weit fortgeführt. Die junge Pflanze erscheint bald nach der Aussaat mit kleinen rundlichen Samenlappen, bleibt im ersten Jahre meist noch klein, wächst jedoch in der Folge sehr bedeutend, so daß sie in 50—60 Jahren eine Höhe von 20—33 m und einen Durchmesser des Stammes von 60—90 cm erreicht. Die Belaubung ist schwach und die Blätter sind wegen der langen, von den Seiten zusammengedrückten Blattstiele (Fig. 179 c) sehr beweglich. Die Rinde ist weißgraulich-gelbgrün, bleibt lange glatt und glänzend, und reißt nur in regelmäßigen, länglichen Rauten auf; im höheren Alter wird sie jedoch längsrissig und borkig. Das Wurzelsystem streicht in vielen, schwachen Aesten nicht tief unter der Bodenoberfläche weit aus, treibt häufige Wurzelbrut, besonders nachdem die Mutterpflanze abgehauen worden ist, und die Wurzeln vegetiren noch lange Zeit fort, nachdem die Stämme längst abgestorben und verschwunden sind; letzteres ist wenigstens bisweilen die Ursache, daß auf abgetriebenen Beständen anderer Holzarten, in welchen seit lange keine samentragenden Aspen gestanden haben, junge Aspen in Menge aufschießen. Nach F. Schübeler[1]) wird die Bildung der Wurzelbrut der Aspe verhindert, wenn man im Frühjahr den Stamm 1—1½ m hoch über dem Boden absägt und entrindet, worauf nach einem, höchstens zwei Jahren das Vermögen der Wurzeln, Adventivknospen zu bilden, zerstört ist, und man dann den Stumpf ruhig entfernen kann, ohne neue Wurzelschößlinge befürchten zu müssen. Stockausschlag und Wurzelbrut haben gewöhnlich ein ganz anderes Ansehen, als Samenpflanzen von gleicher Höhe oder überhaupt ältere Pflanzen. Die Blätter derselben sind üppig delta- bis eiförmig, zugespitzt, unregelmäßig gekerbt, mit Drüsen an der Spitze der Kerbzähne, auf beiden Seiten, besonders an der Basis, sowie Stengel und Blattstiele mehr oder weniger dicht weißfilzig, und die letzteren kaum halb so lang, wie die Blätter; wobei zugleich die Blätter nicht selten eine ungewöhnliche Größe, bis zu 20 cm Länge und 15 cm Breite erreichen. Die Nebenblätter sind schmal-lanzettförmig.

Die Aspe gehört mehr dem nördlichen Europa an und findet sich selbst in den kältesten Gegenden. Sie erstreckt sich fast bis zum 70.° n. Br., südlich bis zum Mittelmeer, und verbreitet sich von der westlichen bis zur östlichen Grenze Europa's; weniger hoch steigt sie in die Gebirge hinauf, kommt jedoch in den Bayrischen Alpen noch bis zu einer Höhe von 1360 m baumförmig vor; sie nimmt mit jedem Boden, sogar mit dem trockensten Sande vorlieb, und nistet sich, durch die Flugkraft ihrer Samen begünstigt, überall ein. Sie soll nach Steenstrup's Untersuchungen die ältesten Schichten der Torfmoore bilden, auf welche dann die Kiefer, die Eiche und Buche folgen. Das weiße, lockere und weiche Holz ist von geringer Dauer, und eignet sich wenig zu Bau- und Brennholz, liefert aber gute

[1]) Die Culturpflanzen Norwegens. Christiania 1875.

Kohlen zur Pulverfabrikation, und eignet sich zu Nutz- und Wertholz. Rinde und Blätter färben gelb. Ein Kubikmeter wiegt grün 610—990 (i. M. 800) kg, lufttrocken 430—560 (i. M. 495) kg. Die Brennkraft 0,63 von der des Buchenholzes. Die Rinde dient zum Gerben.

P. alba L., die Silberpappel. Die Knospen sind kurz-kegelförmig, wenigstens an der Basis mehlig-filzig, und die jungen Triebe grau-filzig-behaart, die Kätzchenschuppen nur an der Spitze gespalten, mit kurzen und spärlichen Wimpern; die Blätter (Fig. 388) 3—5lappig, auf der Unterseite rein silberweiß-filzig. Liefert starke, oft äußerst lästige und nur durch Ringgräben einzuschränkende Wurzelbrut und hat einen hinsichtlich der geographischen Breite sehr weiten Verbreitungsbezirk, da sie sowohl in Nordafrika vorkommt, als auch in Norwegen (bis 67° 56′ nach Schübeler) sehr gewöhnlich ist. Im südlichen Bayern findet



Fig. 388. Blattform der Silberpappel: a vom Langtriebe; b vom Kurztriebe ($^1/_2$ nat. Gr.).



Fig. 389. Blattform der Graupappel: a vom Langtriebe; b vom Kurztriebe ($^1/_2$ nat. Gr.).

sich die Silberpappel wirklich wild in den Auen längs der Donau von Passau bis Ulm bis zu einer Höhe von 470 m. Das frisch gespaltene Kernholz riecht schlecht.

P. canescens Willd., die Graupappel. Blätter (Fig. 389), nur buchtig-gezähnt, auf der Unterseite mehr grau-, als weißfilzig, dünner behaart. Stellenweise angepflanzt. Soll ein Bastard der beiden vorbenannten Arten sein. Beide, P. alba und canescens, bilden starke Bäume, welche sehr schnell wachsen, und ihre Blüthen im März oder April vor dem Laube entwickeln. Die Rinde ist der der Aspe sehr ähnlich, aber meist etwas heller von Farbe. Sie gehört vorzüglich dem mittleren und südlichen Deutschland, Frankreich und England an.

B. Echte Pappeln.

Junge Triebe und Wurzelbrut kahl, Knospen gleichfalls kahl und meist klebrig; Deckschuppen der Blüthen unregelmäßig zerschlitzt, nicht gewimpert.

P. nigra L., die Schwarzpappel. Die Knospen sind rothbraun, glänzend, und nicht gleichmäßig kegelförmig zulaufend, sondern an den Seiten höckerig, harzig, die jungen Triebe glatt; die Blätter (Fig. 390) gestielt, rauten- bis deltaförmig, spitzig, am Rande ungleich schwach gekerbt, an der Basis fast ganzrandig; Blattstieldrüsen fehlen gänzlich, und die Zweige stehen vom Stamme ab. Die Kätzchen erscheinen im März und April vor dem Laubausbruch, und der Same fliegt im Juni ab. Die Schwarzpappel erlangt eine ansehnliche Größe, auf feuchtem Standorte oft mehr als 2 m Durchmesser. Sie läßt sich leicht durch Stecklinge vermehren, wächst sehr schnell und ist deshalb als Alleebaum geschätzt, wird aber nicht sehr alt, indem der Stamm bald hohl wird. Sie ist über ganz Europa verbreitet, wenngleich wohl nur in Süd-Europa heimisch, und kommt nächst der Aspe am häufigsten in Wäldern vor, besonders in den sandigen, frischen Flußniederungen; in Südbayern findet sie sich bis zu einer Höhe von 750—800 m. Das Holz ist weiß und weich, leichter, als das der Aspe, dagegen schwerer und fester, als das Holz der italienischen Pappel; seine Brennkraft ist geringer, als die des Holzes der Zitterpappel. Ausgezeichnet aber ist das Holz durch die oft den ganzen Stamm durchziehende, auch an der Wurzel auftretende Maserbildung, welche ihm einen besonderen Werth als Möbelholz verleiht.



Fig. 390. Blattform der Schwarzpappel: a vom Langtriebe; b vom Kurztriebe ($^1/_2$ nat. Gr.); c Seitenansicht des Blattstiels; d Blattzähne (vgr.).

P. pyramidalis Roz. (P. italica L.; dilatata Ait.), die Italienische Pappel, unterscheidet sich von der vorigen, als deren Abart sie von Einigen betrachtet wird, vorzüglich durch die schlanke, pyramidale Krone, welche hauptsächlich davon herrührt, daß die Aeste und Zweige unter einem sehr spitzen Winkel vom Stamme emporstehen; der Längswuchs der Seitenäste wird durch die Entwicklung eines Seitentriebes, und zwar stets eines vom Stamme abgewendeten, fortgesetzt, da die Zweigenden, des späten Knospenschlusses halber, im Herbste absterben. Sie ist wahrscheinlich im Himalaya-Gebirge heimisch (Royle), von da nach Italien eingewandert, und wird jetzt auch häufig in Deutschland (fast ausschließlich in ♂ Exemplaren) in Anlagen, Alleen und Chausseen angepflanzt. Ihr Holz ist außergewöhnlich weich und leicht.

P. canadensis Desf. (P. monilifera Ait.), die canadische Pappel, mit am Rande behaarten Blättern, stammt aus Nordamerika, und wird in Alleen angepflanzt.

C. Balsampappeln.

Junge Triebe und Knospen klebrig. Blattstiele nicht zusammengedrückt.

P. balsamifera L., die Balsampappel. Aus Nordamerika. Blätter

breit, weidenartig, am Rande feingesägt, auf der Unterseite weißlich und netzförmig geadert. Enthält in den sehr klebrigen, dicken Knospen eine Menge wohlriechenden, in der Heimath officinellen Balsams, der beim Aufbrechen herabtrieft.

P. ontariensis Desf. (P. candicans Ait.), weißliche Pappel. Mit großen herzförmig-dreieckigen, unterseits weißlichen Blättern. Stammt aus Nordamerika, wird häufig als raschwüchsiger Zierbaum angepflanzt und gedeiht noch in Norwegen bei Stavanger ausgezeichnet.

Parasitische Pilze der Pappeln: Auf den Blättern von P. alba, pyramidalis, nigra: der Rostpilz Melampsora populina Lév.; auf den Blättern der letzteren, sowie auf den Früchten von P. alba und tremula: Taphrina populina Fr. (T. aurea Tul.), ein Discomycet (graue reifartige Flecken auf beiden Blattseiten); Leptothyrium circinans (große braune Flecken mit glänzend schwarzen Sporangien). Auf den Blättern der Aspe schmarotzt Melampsora Tremulae Tul. (mit fast kugligen Uredosporen); Depazea Tremulaecola Dec.; Apiosporium Tremulaecolum Fckl. (Rußthau); Gloeosporium Tremulae Passer. (runde, braune Flecken). Auf den Blättern von P. dilatata: Erysiphe (Uncinula) adunca Lév.; Depazea populina. Verschiedene Pappelblätter beherbergen den Rußthau des Hopfens, Fumago salicina Tul. — Am Pappelholze: der „Holzkropf" der Aspe, wird nach Thomas durch eine Diplodea-Art hervorgebracht. Am Holz schmarotzen ferner: Polyporus sulphureus Fr. und P. igniarius Fr. Junge Pappeln werden bisweilen von der Zaunseide, Cuscuta europaea L., in Süd- und Ost-Europa auch von C. lupuliformis Krock. angegriffen.

Classe: Urticinae.

Blüthen apetal; diklinisch. Fruchtknoten einfächrig, einsamig. Inflorescenz dicht-kuglig, selten kätzchenförmig.

Ordnung: Urticaceae.

Frucht nußartig; Inflorescenzen aus den Achseln der häufig unterdrückten Zweigvorblätter. Krautige und Holzpflanzen; häufig milchend.

1. Familie: Urticeae, Nesselgewächse.

Die Samenknospe gerade, aufrecht, Staubgefäße in der Knospe eingekrümmt.

Urtica L., Nessel, Kräuter mit Brennhaaren. U. urens L., die kleine Brennnessel, auf Schutthaufen, an Wegen 2c., ist monöcisch, brennt heftig. U. dioica L., die große Wildnessel, ist diöcisch, zeigt in Wäldern 2c. guten humosen Boden an. Ihr Stengel kann wie Hanf benutzt werden. Neuerdings thöricht als Textilpflanze empfohlen. Der Bast von **Boehmeria** nivea Hook., in China und Japan, und B. sanguinea, auf Java, ist als Ramié im Handel.

2. Familie: Cannabineae, Hanfartige Gewächse.

Blüthen in Rispen, diöcisch. Samenknospe hangend, gekrümmt.

Cannabis sativa L., der Hanf, ist zweihäusig und stammt aus Persien, wird theils wegen des dauerhaften Faserstoffes, welchen die Stengel liefern, theils der ölreichen Samen halber angebaut. Das Kraut der ♀ Pflanze wird im Orient

als „Haschisch“ genossen. **Humulus** Lupulus L., der Hopfen, eine zweihäusige Schlingpflanze, findet sich bei uns in Hecken und Gebüschen wild, wird in eigenen Hopfengärten cultivirt, indem die Fruchtstände, welche zur Zeit der Reife durch Auswachsen der Deckschuppen eine Art Zapfen darstellen, zur Bereitung eines dauerhaften und wohlschmeckenden Bieres unersetzbar sind. Die jungen Triebe, Hopfenkeime, werden wie Spargel gegessen. Er kommt in den Niederungen wild bis zum nördlichen Polarkreis vor.

3. Familie: Moreae, Maulbeerbäume.

Morus L., Maulbeerbaum (XXI. 3). Männliche und weibliche Blüthen bilden eiförmige Kätzchen und sind gewöhnlich einhäusig, doch giebt es auch zweihäusige und polygamische Pflanzen. Die Blüthenhülle ist 4theilig mit (♂) 4 Staubblättern, in der Mitte bisweilen ein verkümmerter Stempel; oder (♀) mit einem einfachen Fruchtknoten mit 2 Samenknospen und 2 Narben. Die Kätzchen kommen im Mai blattlos aus Blattachselknospen der jüngsten Triebe. Zur Zeit der Fruchtreife ist der gemeinschaftliche Blüthenboden oder die Kätzchenspindel fleischig, ebenso die Perigone (Fig. 285 b), welche alle am Grunde unter einander und mit den saftigen Fruchtknoten verwachsen, so daß der ganze Fruchtstand als eine vielsamige Scheinbeere erscheint (Fig. 285 a), welche eine oberflächliche Aehnlichkeit mit einer Brombeere hat. Die Früchte fast aller Arten sind eßbar, und reifen meist im August. Die Form der Blätter ist äußerst variabel selbst an einem und demselben Individuum; theils sind dieselben ganz, theils mehr oder weniger tief, besonders am Stockausschlag, gelappt (Fig. 285 d, e, f). Ihre Epidermis führt oft Cistolithen (s. o.). Die Knospen sind klein, eiförmig und spitz, von etwas abstehenden, gewimperten Knospenschuppen umgeben. Die junge Pflanze erscheint 14 Tage nach der Aussaat im Frühjahre mit zwei kleinen dünnen Samenlappen, und bleibt noch einige Zeit mit der Fruchthülle bedeckt, bis der Eiweißkörper von den Blättern des Embryo aufgesogen ist. Im ersten Jahre wird die Pflanze selten über 5—8 cm hoch, wie überhaupt das Wachsthum langsam ist. Gelangt in unserem Klima nicht zum Knospenschluß; die Zweigspitzen erfrieren.

M. alba L., der weiße Maulbeerbaum. Die Blätter sind auf beiden Seiten kahl, nur in den Achseln der Blattadern behaart, und glatt; die Früchte meist weiß, selten röthlich oder schwarz. Stammt aus Kleinasien, Persien und China, wird aber jetzt überall in Europa, namentlich im südlichen, der Seidenzucht wegen angebaut, da das Laub desselben die vorzüglichste Nahrung der Seidenraupen abgiebt. Das Holz hat einen sehr dunklen, rothgelben Kern, große und kleine Gefäße und feine Markstrahlen. Es ist von vorzüglicher Güte, besonders zu Wagner- und Büttnerhölzern geschätzt und gehört zu den zähesten und härtesten Hölzern, nimmt eine schöne Politur an, und eignet sich daher auch gut zu Schreinerarbeiten.

M. nigra L., der schwarze Maulbeerbaum. Die Blätter sind beiderseits rauh behaart, die großen Scheinfrüchte schwarz (dunkelscharlachroth) mit

dunkelrothem, sehr süßem Safte. Er stammt aus der Tartarei und Persien, wird bei uns hier und da der Früchte halber cultivirt, hält aber nicht so gut aus, wie der vorige. Ein Kubikmeter vollkommen lufttrockenen Holzes wiegt i. M. 820 kg, ist also schwerer, als Buchenholz.

Pflanzliche Parasiten an den Maulbeerblättern: **Fumago Mori Catt.** (Rußthau); Fusarium maculans (gelb-bräunliche Flecken mit dunklerem Stroma in der Mitte); Septoria Mori Lév. („Fleckenkrankheit" der Maulbeerblätter).

Broussonetia papyrifera L., der Papiermaulbeerbaum. Ein ansehnlicher, schnellwüchsiger Baum China's und der Südseeinseln mit zweihäusigen Blüthen und trockenen Früchten, welcher auch im südlichen Europa häufig gepflanzt wird. In Japan werden aus dem Baste der einjährigen Triebe die feinen Papiersorten verfertigt, und auf den Südseeinseln wird der Bast der jüngeren Stämme als Stoff zu Kleidungsstücken verarbeitet.

Maclura tinctoria L., in Südamerika, liefert das Gelbholz („Fustik").

4. Familie: Artokarpeae, Brodfruchtbäume.

Die Blüthen sind einhäusig, zweihäusig, oder polygamisch, mit unterständiger Blüthenhülle; Staubblätter frei, auf dem Grunde der Blüthenhülle befestigt; Fruchtknoten frei, 1—2fächerig, in jedem Fache mit einer Samenknospe; der Embryo gekrümmt; die Frucht, an deren Bildung die Scheibe, der gemeinschaftliche Blüthenboden, und selbst die Blüthenhüllen Antheil nehmen, ist fleischig und saftig, oder auch ziemlich trocken.

Artokarpus L., der Brodfruchtbaum. Der Blüthenstiel ist kopfförmig verdickt und trägt viele nackte Fruchtknoten, welche zur Zeit der Fruchtreife zu einem sehr großen, vieleckigen, fleischigen Fruchtstande verwachsen, der so viele Samen, wie Fruchtknoten enthält. Es sind große Bäume, welche theils in Ostindien, wie A. integrifolia L. u. a., theils auf den Südseeinseln, wie A. incisa L., wachsen. Bei letzterem werden die Fruchtstände kopfgroß, sind mit 4—6 eckigen Vorsprüngen bedeckt; das lockere Fleisch der cultivirten Spielarten hat wenige oder keine Kerne. Sie bilden die Hauptnahrung der dortigen Bewohner. **Antiaris toxicaria** Lech., „Pohon Upas", auf Java und Sumatra, enthält in seinem Milchsaft ein furchtbares Gift, Antiarin, ($C_{14}H_{20}O_5$), welches in den kleinsten Gaben ins Blut gebracht tödtet;[1]) daher vergiften die Eingeborenen mit diesem Safte („Antjar") ihre Pfeile.

Cecropia peltata Lam., in Westindien, enthält im Milchsafte Kautschuk. — **Galaktodendron utile**, der Kuhbaum, in Columbia, führt einen genießbaren Milchsaft.

Ficus L., der Feigenbaum. Die einhäusigen Blüthen sind vollkommen in die Höhlung der birnförmigen oder kugeligen gemeinschaftlichen Scheibe eingeschlossen, welche zur Zeit der Reife fleischig wird und eine scheinbar einfache Frucht bildet (Fig. 239). Die Blätter herzförmig, 3—5lappig. F. Carica L., die gemeine Feige, ist ursprünglich im Orient zu Hause, wird aber ihrer wohlschmeckenden

[1]) 6 mg unter die Haut injicirt tödten ein Kaninchen.

Fruchtstände halber, welche getrocknet in den Handel kommen, im ganzen südlichen Europa cultivirt, und hat sich dadurch in vielen Spielarten entwickelt. Die Feige blüht im Juli und zum zweiten Male im October. Der eingetrocknete Milchsaft von F. elastica L., einem großen Baume Ostindiens, sowie von F. religiosa u. a. Arten liefert Kautschuck (Gummi elasticum).

Pflanzliche Parasiten an der Feigenfrucht: Ustilago Ficuum Rchdt. (im Fruchtfleisch); Diplodia sicyna Mntg. var. karpophila Thüm. (auf unreif vertrockneten Feigen); Phoma coenanthicolum Thüm. (auf halbreifen, trockenen Feigen).

Ordnung: Plataneae, Platanen.

Raschwüchsige, kronenstarke, weitschattende Bäume erster Größe (Jahresringe bisweilen $2\frac{1}{2}$ cm breit). Blüthen monöcisch, mit verkümmerten Perigonen. Blätter mit tutenförmigen Nebenblättern. Die ♂ wie die ♀ Blüthen bilden kugelförmige Kätzchen zu 1—4 an einer gemeinschaftlichen Axe. Jede Blüthe besteht aus einer keilförmigen, kurzen Schuppe und einem einzigen zweifächerigen Staubblatte mit feinbehaartem Connectiv oder aus zwei Stempeln. Der Fruchtknoten ist krugförmig, und läuft in eine dicke und lange, an der Spitze gekrümmte Narbe aus; er ist einfächerig mit 1—2 wandständigen, geraden, hangenden Samenknospen, von denen eine zur Entwicklung gelangt. Der Fruchtstand ist trocken, kugelig, und wird aus der kugelig-verdickten gemeinschaftlichen Axe, in welche oft bis 1000 längliche, am Grunde von langen Haaren umgebene Früchtchen eingesenkt sind, gebildet. Die handförmig-gelappten, zerstreut stehenden, später kahlen Blätter sind in der Jugend mit einem abwischbaren Filz stark verästelter Haare besetzt (Fig. 93). Die zu einer Scheide verwachsenen trockenen Nebenblätter breiten sich an ihrem oberen Rande bisweilen blattartig aus; die jungen Triebe sind aschgrau, glatt und glänzend. Die junge Pflanze erscheint 3—4 Wochen nach der Aussaat mit zwei kleinen halb-eiförmigen Samenlappen, wächst schon in den ersten Jahren außerordentlich rasch, und der jährliche Zuwachs ist in der Folge so bedeutend, daß 40—50 Jahre alte Bäume bisweilen schon über 65 cm Durchmesser haben. Man kennt Stämme von 5—8 m Durchmesser und 30 m Höhe. Die äußeren Borkenschichten werden jährlich in Tafeln abgestoßen, so daß der Stamm stets glatt bleibt, und, weil die eben bloßgelegten Theile der Rinde gelb, die älteren aber mehr grau aussehen, ein geschecktes Ansehen hat. Die Platanen lassen sich leicht durch Stecklinge und Setzstangen vermehren und besitzen ein hohes Ausschlagsvermögen.

Platanus L., die Platane (Waterpoplar, Waterbeech). Man kennt nur zwei sehr ähnliche Arten, nämlich: P. orientalis L., die morgenländische Platane, in Griechenland, der Türkei und Asien, mit tief geschlitzten, spitzig-gelappten Blättern, grünen Blattstielen, und größeren Kätzchen; und P. occidentalis L., die abendländische Platane, „Buttonwood", in Nordamerika, ist häufiger, mit weniger tief eingeschnittenen, mehr dem Fünfeckigen sich nähernden Blättern, braunrothen Blattstielen, und kleineren Kätzchen. Beide halten bei uns gut aus, namentlich die letztere, und werden daher häufig als Alleebäume gepflanzt.

Das Platanenholz ist dem Rothbuchenholz äußerlich verwandt; der Anfang der rein concentrischen Jahresringe gebräunt. Die breiten und schmalen Markstrahlen enden in der Rinde abgestutzt, nicht schwalbenschwanzartig. Gefäße sehr fein, gleichmäßig im Jahresringe vertheilt. Spiegel auf der Spaltfläche groß, nußbraun. Ein Kubikmeter des Holzes wiegt frisch 780—990 (i. M. 885) kg, lufttrocken 610—680 (i. M. 645) kg; in der Brennkraft kommt es dem Buchenholze gleich, als Nutzholz hat es aber wenig Werth, da es nur von geringer Dauer ist.

Pflanzliche Parasiten: An Platanus orientalis bewirkt Hymemula Platani Lév., ein Pyrenomycet, Dürrwerden der Blattrippen und vorzeitigen Abfall der entfärbten Blätter.

Ordnung: Ulmaceae, Ulmen.

Bäume mit polygamischen oder Zwitterblüthen, direct in den Blattachseln, mit zweifächerigem Fruchtknoten und geflügelter, vom stehenbleibenden Perigon gestützter Frucht. Das trichter- oder glockenförmige Perigon 4—6spaltig, 4—12 Staubgefäße.. Der Same ist hangend, der Keim gerade, ohne Eiweißkörper, die Samenknospe umgekehrt.

Ulmus L., Ulme oder Rüster (V. 2). Die Blüthen sind zwitterig, mit einer glockenförmigen, 4—5zähnigen, bald welkenden Blüthenhülle, 4—5—12 auf derselben befestigten Staubblättern und 2 Griffeln; sie erscheinen bereits im März oder Anfangs April vor dem Laubausbruch aus besonderen Knospen und bilden Dolden, indem sie auf einfachen Blüthenstielen in den Winkeln der Knospenschuppen stehen. Die Frucht stellt eine durch Fehlschlagen einfächerige, einsamige Flügelfrucht dar (Fig. 302), und fliegt im Mai bis Juni ab. Die Samenlappen (Fig. 192) sind kurzgestielt, klein, rundlich oder verkehrt-eiförmig, an der Basis ausgerandet mit kurz vorgezogenen Läppchen; die Primordialblätter sind länglich-eiförmig, zugespitzt, einfach- oder kaum doppelt-gesägt, und erscheinen stets zu zwei fast gleichzeitig auf gleicher Höhe, die folgenden Blätter grob-doppelt-sägezähnig, an der Basis unsymmetrisch, und wie jene mit hinfälligen Nebenblättern versehen. Im ersten Jahre bilden die Blätter zweigliederige alternirende Wirtel, und erst vom zweiten Jahre an stehen sie abwechselnd zweizeilig. Es sind Bäume erster Größe mit mächtigen Kronen, welche vorzüglich dem westlichen und mittleren Europa und Nordamerika angehören; in Europa ist Spanien, Italien, Frankreich und England ihr Hauptsitz. In Deutschlaud finden sich zwei Arten, nämlich:

U. campestris L., die Feldrüster, großblättrige Ulme, mit kurzgestielten, pentandrischen Blüthen und rundlichen, kahlen Früchten (Fig. 302); die Knospen sind eiförmig, stumpf, die Knospenschuppen schwarz-violett und dunkel-kastanienbraun, heller gerandet, mit weißlichen oder goldgelben Haaren besetzt. Sie tritt in drei Varietäten auf:

U. c. montana, die Bergrüster, mit rauhen Blättern (Fig. 391 a) und rundlichen Früchten;

U. c. glabra, mit glatten Blättern;

U. c. suberosa, die Korkrüster, mit borkiger Rinde. Die Triebe des ersten Jahres noch glatt; vom 2. Jahre an ist die Borke flügelig entwickelt (Fig. 36). Die Früchte sitzend, ungewimpert, von der Größe wie bei U. effusa.

U. effusa Willd., die Flatterulme, mit lang gestielten, hangenden, in der Regel oktandrischen Blüthen und kleinen, länglichen, am Rande bewimperten Früchten; die Knospen sind kegelförmig, zugespitzt, die Knospenschuppen hellzimmt=



Fig. 391. Blattform: a der Bergrüster; b der Flatterrüster.

braun, dunkel gerandet, kahl, höchstens am Rande gewimpert. Die diesjährigen Triebe und Blattstiele behaart. Die Blätter (Fig. 391 b) mehr oder minder eiförmig, zugespitzt, an der Basis oft sehr schief angesetzt und zuweilen verschmälert, am Rande doppelt=gesägt, bald rauh, bald glatt, variiren aber, wie bei campestris, mannigfach in Größe und Gestalt. Die Flatterrüster blüht stets einige Tage früher, als die Feldrüster.

U. americana Willd., „White Elm", aus Canada u. a. findet man bisweilen in Parks in Deutschland angepflanzt.

Selten tragen selbst freistehende Ulmen vor dem 40. Jahre keimfähigen Samen, obgleich sie oft schon weit früher blühen; der Same ist im letzteren Falle taub, wie überhaupt taube Samen bei den Ulmen häufiger, als bei irgend einer anderen Holzart vorkommen. Der sogleich nach der Reife (Mai bis Juni) gesäete Samen keimt schon nach 3 Wochen, und die junge Pflanze erreicht noch in demselben Jahre eine Höhe von 10—13 cm, unter günstigen Umständen wird sie oft noch weit höher. Sie treibt eine kurze Pfahlwurzel mit kräftigen Seitenwurzeln mehrerer Ordnungen; doch findet man auf lockerem Boden Pflanzen, bei welchen im ersten Jahre die Pfahlwurzel eben so lang ist, wie der Stamm; später bleibt die Pfahlwurzel zurück, und mehrere starke Seitenwurzeln dringen tief in den Boden ein. Die Ulmen gehören zu den lichtliebenden Bäumen, wachsen freistehend und in fruchtbarem Boden sehr schnell, so daß sie in 3 Jahren zuweilen schon eine Höhe von 3—3½ m erreichen; sie schlagen reichlich vom Stocke aus, vertragen Köpfen und Schneiden gut, und einzelne Individuen bilden auch reichliche Wurzelbrut. Ein sehr später Knospenschluß bedingt es, daß die Zweigspitzen (in Deutschland, nicht in wärmeren Klimaten) in der Regel erfrieren und die höchstsituirte Seitenknospe die Leitung des Längswachsthums übernimmt. Die Ulmen erreichen ein hohes Alter, und unter günstigen Umständen eine ungewöhnliche Größe. Man findet beide Arten überall in Deutschland in den Ebenen und Vorbergen, vorzüglich in den Flußniederungen; doch sagt ihnen ein milderes Klima mehr zu, weshalb sie auch besser im südlichen, als im nördlichen Deutschland gedeihen. Nur die Form U. montana ist wildwachsend. In Norwegen ist die Ulme allgemein verbreitet und findet sich daselbst bis zum 67.°; angepflanzt gedeiht sie bis zum 70.° n. Br. In den Alpen steigt die Feldulme bis 1150 m an, die Flatterulme aber kommt im südlichen Bayern nur bis 525 m Höhe vor. Sie lieben einen weniger feuchten Boden, als die Esche. Das in der Jugend weißgelbe, im Alter rothbraune **Holz** hat gleichartige, sehr feine Markstrahlen, und zweierlei Gefäße, große „ringporig" im Frühjahrsholz, kleinere in halbmondförmigen, welligen Gruppen im Jahresringe vertheilt, am dichtesten in der Herbstholzzone. Es ist feinfaserig, verträgt vorzüglich gut Abwechslung von Nässe und Trockniß und dient daher ganz vorzüglich zu Mühlbauten, Wasserrädern, zum Schiffsbau ꝛc., und wegen seiner Zähigkeit und Festigkeit als treffliches Werkholz zu Lassetten, Wagengestellen ꝛc. Das röthlichere Holz der Korkulme soll fester, zäher, elastischer und dauerhafter sein, als das weißere, weichere, leichtere und weniger dauerhafte der Feldrüster. Die Brennkraft ist gleich 0,9 von der des Buchenholzes. Ein Kubikmeter Feldrüster-Holz wiegt grün 730—1180 (i. M. 955) kg, lufttrocken 560—820 (i. M. 690) kg. Die Ulme bildet schöne Kropfmasern, und die maserigen Stämme werden von Schreinern gesucht, auch zu Pfeifenköpfen verarbeitet; die Rinde liefert Bast; das Laub ein gutes Viehfutter.

Pflanzliche Parasiten der Ulmen: An den Blättern: Exoascus Ulmi Fckl. Uncinula (Erysiphe) Bivonae Lév.; Phyllachora (Dothidea Fr.) Ulmi Fckl.

Celtideae, Zürgelbäume.

Blüthen meist eingeschlechtig (polygam), einzeln oder zu 2—3 in den Blattachseln. Frucht eine Steinfrucht.

Celtis L., der Zürgelbaum (V. 2). Die Blüthen sind in ihrer Bildung denen der Ulmen ähnlich, stehen aber vereinzelt auf langen Stielen (Fig. 280), und entwickeln sich aus blattlosen Blattachselknospen der jüngsten (behaarten) Triebe. Die Zwitterblüthen haben ein 5—6theiliges Perigon, 5—6 dem Grunde der Blüthenhülle eingefügte Staubblätter, einen Fruchtknoten mit einer hangenden Samenknospe und zwei sehr großen, behaarten Griffeln. Die Frucht bildet eine dünnfleischige, einsamige Steinfrucht von der Größe einer Vogelkirsche (Fig. 280). Die Blätter aller Arten sind aus herzförmiger, eiförmiger oder rundlicher Basis verlängert-zugespitzt, einfach scharf-gesägt, und an der Basis meist schief und ganzrandig. C. australis L., der gemeine Zürgelbaum, wächst im südlichen Europa, Südtyrol, Steiermark, Littorale &c., und blüht im Mai. Die junge Pflanze keimt aus sogleich nach der Reife gesäetem Samen schon im nächsten Frühjahre, überwinterter Same ruht aber meist ein Jahr im Boden; sie erscheint mit zwei großen, an der Spitze gebuchteten Samenlappen, und erreicht im ersten Jahre eine Höhe von 10—15 cm. Der Längswuchs ist nicht bedeutend und gewöhnlich schon in einer Höhe von 4—5 m verästelt sich der Stamm, die Bewurzelung ist stark und tiefgehend; die Rinde reißt im Alter auf, und bildet eine dicke, bastreiche Borke. Das Holz ist sehr schwer, fest und zähe, und liefert die besten Peitschenstiele. C. occidentalis L., der amerikanische Zürgelbaum (Fig. 280); häufig in Gärten angepflanzt.

Pflanzliche Parasiten des Zürgelbaumes: An den Blättern: Gyroceras Celtis Mont.

Classe: Thymelaeae, Seidelbast-Gewächse.

Blätter einfach, ganzrandig oder fiederschnittig, meist lederig, wintergrün. Blüthen meist durch Abortus unvollständig, seltener diklinisch. Das Perigon röhrig, mit 4—5spaltigem Saume; die Staubgefäße dem Schlunde oder der Röhre des Perigons, seltener dem Fruchtboden, eingefügt; ein oder mehrere Fruchtknoten; letzterer meist einfächrig mit einer Samenknospe.

Ordnung: Laurineae, Lorbeergewächse.

Meist hohe, laubreiche Bäume mit wechselständigen, meist lederigen, immergrünen Blättern ohne Nebenblätter. Perigon 4—6spaltig, die Staubblätter in 4 Kreisen den Zipfeln der Blüthenhülle perigynisch eingefügt; der Fruchtknoten oberständig, einfächerig; die Frucht beeren- oder steinfruchtartig, einsamig. Der Embryo ohne Endosperm, mit großen Kotyledonen und kleinem Würzelchen.

Laurus nobilis L., der Lorbeer (IX. 1), findet sich in ganz Südeuropa, der Levante und Nordafrika, und wird bei uns häufig in Gewächshäusern gezogen. Die Blätter dienen als Gewürz, und aus den frischen Steinfrüchten wird durch Kochen und Auspressen das Lorbeeröl, ein dickes, körniges, gelblich-grünes Gemenge von ätherischem und fettem Oele, gewonnen, welches in der Medicin Verwendung findet.

Cinnamomum zeylanicum Nees, das Zimmtbäumchen, welches ursprünglich auf Zeylon heimisch, jetzt aber über ganz Ostindien verbreitet ist. Die innere Rinde oder der Bast 3—4jähriger Zweige kommt getrocknet, wie der von C. aromaticum N. in China, unter dem Namen „echter Zimmt" in den Handel.

Camphora officinalis Nees, der Kampferbaum, der vorzüglich in China und Japan zu Hause ist, enthält in dem Holze und den Blättern Kampfer, ein flüchtiges Stearopten, welches durch Sublimation daraus erhalten wird.

Ordnung: Santalaceae, Sandelholzgewächse.

Santalum album L. in Ostasien und S. Freycinetianum Gaud. in Indien und China liefern ein sehr festes, weißes oder citronengelbes Holz. Die Blätter von **Myoschylos** oblongus R. et Par. in China sind als Sennesblätter officinell.

Thesium ist eine Gattung von Wurzelschmarotzern.

Nyssa sylvatica Michx. und N. villosa Michx., welche letztere auch in Deutschland gedeiht, geben ein äußerst zähes, schwer spaltbares Holz.

Ordnung: Daphnoideae, Seideln.

Perigon 4—5spaltig; Staubfäden in zwei Kreisen perigynisch der Perigonröhre angewachsen. Fruchtknoten einfächrig. Samenknospe hangend. Frucht eine Beere.

Daphne Mezereum L., der Seidelbast oder Kellerhals (VIII. 1), ein 0,3—1 m hoher Strauch, welcher an schattigen Orten in Deutschland wild wächst. Die zahlreichen Blüthen stehen immer zu drei beisammen an vorjährigen Zweigen (Fig. 257), und erscheinen schon im Februar und März vor den Laubblättern; sie sind anfangs schön roth, werden aber an der Sonne blasser; riechen angenehm aber betäubend; die Rinde ist als Cortex Mezerei officinell. Die (giftigen) rothen Beeren reifen im Mai oder Juni. Die ganze Pflanze besitzt eine außerordentliche Schärfe, so daß die Rinde auf der Haut sogar Blasen zieht. D. Cneorum L., der kleine Seidelbast, erstreckt sich von den Alpen weit in die Ebenen herab; die wohlriechenden rothen Blüthen erscheinen im Mai am Ende der Triebe in Büscheln. Der Seidelbast soll als Wurzelparasit auf den Wurzeln anderer Pflanzen mittelst Haustorien schmarotzen.

Ordnung: Myristicaceae, Muskatnußbäume.

Myristica moschata L., der Muskatnußbaum (XXII.), wächst ursprünglich auf den Molukken wild. 3—15 Staubgefäße. Die Frucht hat die Größe eines Pfirsichs (Fig. 283), und enthält unter einer fleischigen Fruchthülle, welche eingemacht zu werden pflegt, einen hartschaligen Samen, dessen Kern unter dem Namen Muskatnuß in den Handel kommt. Der Same ist unter der Fruchthülle noch von einem unregelmäßig zerschlitzten Samenmantel (Arillus) umgeben, welcher ebenfalls unter dem Namen Muskatblüthe oder Macis in den Handel kommt, und als Gewürz benutzt wird.

Ordnung: Elaeagneae, Oleastergewächse.

Die Blüthenhülle unterständig, 2—4spaltig; der Fruchtknoten frei, einfächerig, mit einer Samenknospe; die Frucht eine falsche Beere oder Steinfrucht, aus der stehenbleibenden und fleischig gewordenen Blüthenhülle gebildet.

Hippophaë rhamnoides L., Sanddorn (XXII.). Die auf 2 Individuen vertheilten ♂ und ♀ Blüthen stehen vereinzelt auf sehr kurzen Stielen in den Blattwinkeln der untersten Blätter seitenständiger Triebknospen, weshalb die Früchte an der Basis der aus diesen Knospen sich entwickelnden Triebe stehen. Die ♂ Blüthe besteht aus einer 2theiligen Blüthenhülle, welche 4 kurzgestielte, 2fächerige Staubbeutel umschließt. Die ♀ Blüthe besteht aus einem röhrenförmigen, silberweiß beschuppten Perigon, welches den freien, eiförmigen Fruchtknoten, der eine zungenförmige Narbe trägt, umschließt. Zur Zeit der Fruchtreife bildet die fleischig gewordene Blüthenhülle eine orangerothe, beerenartige Hülle um die häutige Frucht, welche ein glänzend schwarzes Samenkorn einschließt; die Früchte werden nicht von den Vögeln gefressen; die Blätter sind wechselständig, fast sitzend, linear-lanzettlich, ganzrandig, und, wie die jungen Triebe, mit silberweißen, zuweilen in's Rostrothe übergehenden Schüppchen besetzt. Die Zweige enden häufig in einen Dorn. Blüht Ende April oder Anfang Mai, und die Frucht reift Ende September; die junge Pflanze erscheint gewöhnlich erst ein Jahr nach der Aussaat mit halb-eiförmigen, dicken Samenlappen. Der Strauch wird selten höher als 2—2½ m, und treibt reichliche Wurzelbrut. Er findet sich an den Küsten des nördlichen und mittleren Europa, und verbreitet sich von da an den Ufern der Flüsse, bis in die Gebirge; in Norwegen findet er sich nördlich bis über den 67° hinaus. Er wächst sowohl im feuchten Sande der Dünen, als auch auf mehr bindigem Lehmboden üppig; ersteres, verbunden mit seiner reichlichen Vermehrung durch Wurzelbrut, empfiehlt seinen Anbau auf Sandschollen. Das Holz ist mäßig hart und fest. Ein Kubikmeter wiegt lufttrocken 619 kg. Wegen seines sperrigen Wuchses eignet er sich auch zu Gradirhecken.

Elaeagnus angustifolia L., die schmalblättrige Oelweide, Oleaster (Fig. 392). Ein sehr anbauwürdiger Strauch für Anlagen, 3—6 m hoch, mit

lanzettlichen, weißgrau beschuppten Blättern, und kleinen, innen gelben, außen silberschuppigen, wohlriechenden Blüthen und rothgelber Frucht. E. argentea Pursh. die silberblättrige Oelweide (Fig. 393). Dornenloser Strauch aus Nordamerika, mit Bronceschuppen an den jungen Zweigen, elliptischen, silberweißen, unterseits rostbraun-schuppigen Blättern und kirschgroßer, rundlicher Frucht.



Fig. 392. Elaeagnus angustifolia. A Fruchtzweig mit reifer Frucht. B ♂ Blüthe vergr. C Fruchtdurchschnitt: a Fruchtfleisch; b geriefter Stein.

Fig. 393. Elaeagnus argentea. a Blüthenstand; b Fruchtstand; c Längsschnitt durch die Frucht: α fleischige Partie, β holzige Schicht, γ Intercellularschicht, δ Perikarp, ε Embryo; d Sternhaar.

Shepherdia canadensis Nutt., die kanadische, und Sh. argentea Nutt., die silberblättrige Shepherdie, diöcische, nordamerikanische Sträucher, erstere auch baumförmig 4—6 m hoch, mit länglichen, silberweiß-glänzend beschuppten Blättern; rothen bezw. gelben Beeren, werden in Anlagen häufig effectvoll verwendet.

In die Classe der Thymeleae gehört die Gattung **Nepenthes** L., Kannenpflanze, im tropischen Asien und Madagascar, mit kannenförmig erweitertem Blattstiel (Fig. 108), in welchen eine Flüssigkeit ausgeschieden wird, die zum Fange und zur Auflösung von Insecten geeignet ist.

Classe: Serpentariae.

Ordnung: Aristolochiae, Luzeigewächse.

Aristolochia Sipho L., ein häufig cultivirter Schlingstrauch aus Nordamerika, mit großen, herzförmigen Blättern und braunem, zwitterigen Perigon, welches mittelst einer zungenförmigen Verlängerung die Form eines Pfeifenkopfs annimmt. Die 6 Antheren mit der Stempelmündung verwachsen (Fig. 258).

Asarum europaeum L., freistehendes Pflänzchen mit nierenförmigen Blättern, 3 gleichgroßen Zipfeln des schmutzig-braunen Perigons und 12 freien Staubgefäßen mit verlängertem Connectiv. Unter Gebüsch und in Laubwäldern zerstreut.

Cohorte II. Gamopetalae.

Pflanzen mit zwei Blüthenhüllkreisen. Krone verwachsenblättrig.

Classe: Aggregatae, Gehäuftblüthler.

Blüthen in der Regel zu einem Köpfchen vereinigt; die Kelchröhre meist mit dem Fruchtknoten verwachsen; Frucht nicht aufspringend.

Ordnung: Valerianeae, Baldriane.

1—4 Staubgefäße, 3 Fruchtknoten, von denen einer fruchtbar; Blüthenstand eine rispige Trugdolde. Ein hangender Same.

Valeriana officinalis L., der Baldrian (III. 1), wächst theils in sumpfigen Niederungen, theils auf trockenen Höhen, und seine Wurzel zeichnet sich, namentlich in letzterem Falle, durch einen sehr starken unangenehmen Geruch aus, liefert aber ein kräftiges Arzneimittel. **Valerianella** olitoria Moench. und V. Morisonii Dec. wachsen bei uns häufig auf Saatfeldern und Brachäckern; im Frühjahre werden die untersten Blätter, bevor der Stengel aufschießt, gesammelt, und als Salat zubereitet (Feldsalat, Rapünzchen).

Ordnung: Dipsaceae, Kardengewächse.

Blüthen in Köpfen, mit einem aus Vorblättern gebildeten Außenkelch, welcher die Frucht einschließt (Fig. 394); der Kelch häufig aus Borsten bestehend. Krone zweilappig mit 4 Staubgefäßen (eins abortirt), die äußeren Blüthen des Köpfchens oft strahlend. Blätter gegenständig (decussirt).

Dipsacus fullonum L., die Weberkarde, mit stachlichem Stengel, kegelförmigem Blüthenboden, dessen Blüthendeckblättchen, stechend und stahlhart, an der Spitze zurückgekrümmt, zur Tuchbereitung verwendet werden. Die Weberkarde stammt aus Frankreich, wird in Deutschland cultivirt und verwildert. **Knautia** arvensis Coult., ohne Spreublättchen. Außenkelch nicht gefurcht. Scabiosa. Succisa.

Ordnung: Compositae, Köpfchenblüthige.

Ausgezeichnet durch die in einen aus Hochblättern gebildeten Blüthenkorb vereinigten Blüthen, und die zu einer Röhre verbundenen 5 Staubbeutel. Der Kelch ist meist abortirt, Anhangsgebilde desselben als häutiger, haariger oder

röhriger „Pappus“ entwickelt. Diese Ordnung ist außerordentlich reich an Gattungen und Arten (etwa 10000), welche sämmtlich in die 19. Classe Linné's mit ihren 5 Ordnungen (s. o.) gehören. Sie umfaßt 3 natürliche Unterordnungen.

A. Tubuliflorae, Röhrenblüther.

Köpfchen mit lauter Röhrenblüthen oder die äußeren (Strahlen-) Blüthen mit zungenförmiger Verlängerung eines der Kronenzipfel.

Synchodendron ramiflorum Boj., eine baumartige Composite auf Madagaskar; bildet 15 m hohe Bäume. **Homogyne** alpina Cass., der Alpen-Brandlattich, mit röthlichen oder weißen Blüthen, langgestielt-nierenförmigen oder herzförmig-rundlichen Blättern; wächst an sumpfigen Stellen höherer Gebirge, selten in der Ebene. **Aster** chinensis L., die chinesische Sternblume, als Zierpflanze in Gärten. **Erigeron** canadensis L., das canadische Berufskraut, ein Pflänzchen mit lineal-lanzettlichen Blättern und zahllosen kleinen Blüthen-

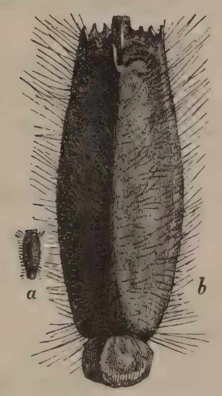


Fig. 394. Knautia arvensis. Frucht mit Außenkelch. a nat. Gr.; b vgr.



Fig. 395. Erigeron canadensis L. a u. b Achänien im lufttrockenen, c im feuchten Zustande; d ein Haar lufttrocken (anliegend); e feucht (abstehend); p Schwellpolster; f Pappusfragment (vgr.).

köpfchen, deren Strahlenblüthen schmutzig-weiß; wurde 1655 in einigen Samen mit Vogelbälgen aus Canada herübergeführt und hat sich seitdem vermöge des hohen Flugvermögens seiner winzigen Früchte und seiner hohen Accommodationsfähigkeit an allen Bodenarten in ganz Europa lästig eingebürgert. Im feuchten Zustande sträuben sich die Borstenhaare der Frucht (Fig. 395) durch Aufquellung eines Schwellkissens an ihrer Innenbasis, was der Selbstbestattung des Samen behufs Keimung förderlich ist. **Solidago** virgaurea L., die Goldruthe, mit 8–10 goldgelben, verlängerten Strahlenblüthen, kommt in trockenen Wäldern, an Hügeln häufig vor. **Conyza** squarrosa L. (Inula Conyza Dec.), Dürrwurz, mit röthlichen Strahlenblüthen und zurückgebogenen Hüllschuppen, vier-

kantigen, kurzhaarigen Früchtchen. Auf trockenen, steinigen Waldhängen häufig. **Dahlia** (Georgina) variabilis L., die Georgine, aus Mexico, in zahlreichen Spielarten cultivirt. **Helianthus** annuus L., die Sonnenblume, wird theils als Ziergewächs, theils der öligen Samen halber häufig cultivirt. H. tuberosus L., die knollige Sonnenblume oder Topinambur, aus Mexico, gelangt in Deutschland nicht zur Samenreife, wird ihrer Knollen halber, die ein vortreffliches Viehfutter, auch (als Salat) ein Genußmittel für Menschen liefert, nicht selten angebaut. **Artemisia** Absinthium L., der Wermuth, wächst an steinigen Orten; die ganze Pflanze riecht außerordentlich stark gewürzhaft, und ist sehr bitter, weshalb man dieselbe zum Vertreiben von Motten &c., sowie als Arzneimittel verwendet. A. vulgaris L., der Beifuß, wächst an sonnigen Orten, und A. Dracunculus, der Esdragon, wird öfters in Gärten gezogen; von ersterem benutzt man die noch nicht vollkommen entwickelten Blüthenrispen, und von letzterem die Blätter als Küchenkräuter. **Helichrysum** arenarium L., die gelbe Strohblume, bildet dicht gedrängte Doldentrauben von gelben Blüthenköpfchen, welche auch nach dem Absterben der Pflanze ihre Farbe behalten; sie wächst nur auf Sandboden. **Matricaria** Chamomilla L., die gemeine Kamille, wächst häufig unter der Saat, und ihre aromatischen Blüthen dienen als Arzneimittel vorzüglich zu Thee. **Gnaphalium** dioicum L., das zweihäusige Ruhrkraut, Katzenpfötchen, mit umgekehrt-eiförmigen, spatelförmigen, unterseits schneeweißen Blättern, rosenrothen oder weißen Hüllblättern und gestreckten Ausläufern, ist auf trockenen Waldwiesen, an Hügeln &c. nicht selten. G. sylvaticum, das Wald-Katzenpfötchen, mit fast kastanienbraunen Hüllkelchblättern, ist auf Sandboden gemein. G. Leontopodium Jacq. (Leont. alpinum Cass.), das Edelweiß, mit einfachem Stamme, fast weißfilzig, die Hüllblätter der Blüthenköpfchen sternförmig ausgebreitet, wächst auf Alpen, ist mit Erfolg auch in Deutschland (Sächsische Schweiz) angepflanzt worden. **Arnica** montana L., der Berg-Wohlverleih, mit großen Köpfen, orangefarbenen Strahlenblüthen und gegenständigen Blättern, findet sich in gebirgigen Gegenden auf feuchten Waldwiesen durch ganz Deutschland, blüht im Juni bis August, und ihre stark aromatischen Blüthen und Wurzeln stehen als kräftige Arzneimittel in hohem Rufe. **Senecio** viscosus L., das klebrige Kreuzkraut, mit drüsenhaarigen, und S. sylvaticus L., das Wald-Kreuzkraut, mit spinnwebig-weißhaarigen Blättern und Stengeln, ersteres mit schließlich kahlen, letzteres mit kurzhaarigen Früchten, sind Standortsgewächse für frische, humose Waldlichtungen; durch Beschattung der jungen Pflanzen (mit Ausnahme der Kiefernsaat) sind sie nützlich. Beide verschwinden mit der beginnenden Verhagerung des Bodens. S. nemorensis L., das Hain-Kreuzkraut, und S. Fuchsii Gmel., das Fuchs'sche Kreuzkraut, bewohnen Waldstellen mit durchbrochenem Schluß. Erstere hat einen breiter geflügelten, am Grunde ausgesprochener ohrförmig-verbreiterten, halbstengelumfassenden Blattstiel und weichhaarige Blätter, auch die oberen noch eiförmig-lanzettlich, während die Blätter der letzteren kahl und schmaler sind. **Centaurea** Cyanus L.,

die blaue Kornblume, wächst häufig unter der Saat. C. montana L., die Waldkornblume, mit nur einem bis 5 cm breiten Köpfchen, auf Kalkboden in Waldungen. **Carthamus** tinctorius L., die Farbendistel, der Saflor, stammt aus Aegypten, wird häufig als Farbepflanze cultivirt, da die anfangs gelben, dann orangerothen, endlich rothen Blüthen neben einem gelben einen rothen Farbstoff in wechselnden Mengen enthalten. **Serratula** tinctoria L., die Färberscharte, wächst $\frac{1}{2}$—1 m hoch, mit purpurrothen Blüthen, in Wäldern und auf Waldwiesen, ihre Blätter geben einen dauerhaften gelben Farbstoff.

B. Labiatiflorae, Lippenblüthler.

Mit lippenförmigen Blüthen ($\frac{2}{3}$). Enthält als forstlich interessante Art die baumartige **Flotovia** diacanthoides Less. u. a. Arten in Chile, mit weißem Holze von ausgezeichneter Härte.

C. Liguliflorae, Zungenblüthler.

Alle Blüthen zungenförmig nach $\frac{0}{5}$.

Cichorium Endivia L., die Endivie (Bindsalat), mit blauen oder weißen Blüthen, stammt aus dem Orient, dient der Gartencultur als Salatpflanze. C. Intybus L., die gemeine Cichorie, Blüthen blau, roth oder weiß, am Morgen geöffnet. Radix Cichoriae als Kaffeesurrogat cultivirt. **Scorzonera** hispanica L., die Schwarzwurz, soll aus Spanien stammen, wächst aber in Thüringen, Böhmen 2c. auf Bergwiesen und in Waldungen wild mit 4 cm breiten, goldgelben Köpfen. Liefert Wurzelgemüse. **Prenanthes** purpurea L., der Hasenlattich. Mit rothblüthiger, kleinköpfiger Blüthenrispe, blauduftigen, herzförmig-stengelumfassenden Blättern, 1 m hoch, in Gebirgswaldungen. **Phoenixopus** muralis Koch. (Lactuca mur. Less.), der Mauersalat. Gegen 1 m hoch, Blätter linienförmig-fiederspaltig, gestielt, die 5blüthigen, gelben Blüthenkörbchen in große Rispen bildenden Cymen. In schattigen Wäldern gemein. **Lactuca** sativa L., der Gartensalat, wird in vielen Spielarten als Salat angebaut. Nach dem Schossen entwickelt sich in dem Milchsaft ein kräftiges Narkoticum. **Hieracium** murorum L., das Mauerhabichtskraut. Stengel mit 1—2 Blättern, Wurzelblätter an ihrer Basis mit zurückgekrümmten, spitzen Oehrchen. Blüthen mit braunen Griffeln in lockerer Cyme. Köpfchenstiele und Hochblätter mit sternförmigen Drüsenhaaren besetzt. Besonders in Nadelwäldern häufig. H. laevigatum Willd. (H. rigidum Hartm.) mit entfernt beblättertem Stengel, dunkelgrünen Hüllkelchen. H. vulgatum Fr., das gemeine Habichtskraut, mit 2—6blättrigem Stengel, grauen Sternhaaren und schwarzen Drüsenhaaren am Hüllkelch, Blätter grasgrün mit vorwärts gerichteten Zähnen, unterseits rauhhaarig. Beide in Wäldern und Gebüschen häufig. **Mulgedium** alpinum Cass., die Milchdistel, mit $\frac{1}{2}$—$1\frac{1}{2}$ m hohem, einfachen Stengel, stengelumfassenden leierförmigen Blättern, bis 4 cm breiten, traubigen blauen Blüthenköpfchen. In feuchten Thalschluchten höherer Gebirge.

Classe: Campanulineae.

Kelch, Krone und Staubblätter fünfzählig; der Kelch blattartig, häufig mit dem unterständigen Fruchtknoten verwachsen; die Staubfäden oft unter sich verwachsen. Frucht eine Kapsel oder Beere.

Ordnung: Campanulaceae, Glockenblumenartige.

Campanula. Blüthen einzeln, mit glocken- oder trichterförmiger Krone; die Staubfäden am Grunde verbreitert. Kapsel mit 3 bis 5 Löchern aufspringend. C. Trachelium. Stengel scharfkantig, Blätter steifhaarig, je 1—3 Blüthen in den Blattwinkeln; wächst bis meterhoch häufig in Gebüschen. C. persicifolia, rapunculoides und latifolia treten ebenfalls in Wäldern, Gebüschen und auf Waldwiesen häufig auf. **Phyteumna** spicatum L., Teufelskrallen. Blüthen in Aehren mit gemeinsamer Hülle, die 5 Kronenzipfel blaßgelb, seltener blau (Ph. nigrum Schmidt), anfangs an der Spitze verbunden, die Staubbeutel frei, ihre Fäden unten verbreitert. Bei Ph. orbiculare L. stehen die dunkelblauen Blüthen in kugligen oder eiförmigen Köpfchen. **Jasione** montana L., die Berg-Jasione, trägt in kugligen Köpfchen-blaue, bisweilen weiße oder röthliche Blüthen mit am Grunde zusammenhangenden Staubbeuteln, lineale Blätter; nur an der Basis ist der Stengel verästelt.

Classe: Caprifoliaceae, Geisblattartige.

Fruchtknoten unterständig, zwei- bis vielfächrig, in jedem Fache eine oder viele Samenknospen. Frucht eine Beere, Kapsel oder Steinfrucht; Same mit fleischigem oder körnigem Eiweißkörper; die Blumenkrone oberständig, selten unregelmäßig; Staubblätter in der Kronenröhre befestigt.

Ordnung: Rubiaceae, Röthegewächse.

Familie: **Stellatae.** Blätter gegen-, oder scheinbar quirlständig, mit blattartigen Nebenblättern, welche keine Knospen erzeugen (s. o.), Blüthen meist 4—5zählig. Kelchröhre mit dem Fruchtknoten verwachsen; Krone rad- oder trichterförmig.

Galium cruciatum Scop., Gold-Labkraut. Blätter zu 4, Stengel rauhhaarig, Blüthen goldgelb; Früchte glatt. Truppweise in Hecken und Gebüschen. G. rotundifolium L. mit eiförmigen Blättern, weißen Blüthen, steifhaarigen Früchtchen, in Waldungen. G. sylvaticum L., Wald-Labkraut, fast meterhoch, mit großen, lanzettlichen, stumpf-stachelspitzigen Blättern, die meist zu 8 im Scheinquirl stehen (Fig. 190); in nicht ganz geschlossenen Laubwaldungen. **Rubia** tinctorum L., Krapp, Färberröthe. Stammt aus dem Orient. Die Wurzeln

liefern das Krapproth, eine vortreffliche Farbe für Wollstoffe. Das Kraut als Futter färbt die Knochen und Milch der Hausthiere roth. Cultivirt. **Asperula** odorata L., der Waldmeister. Die unteren Blatt-Scheinquirle zu 6, die oberen zu 8. Blätter und Nebenblätter stachelspitzig (Fig. 191), die weißen Blüthen in Cymen mit trichterförmiger Krone. Die Frucht (Fig. 300) langhakig-stachlig. In schattigen, humosen Buchenwaldungen. Mit Cumarin-Gehalt. Aromatische Zuthat zum „Maitrank"; die blühende Pflanze officinell als „Herba Matrisylvae s. Hepaticae stellatae".

Familie: **Coffeaceae.** Mit schuppenförmigen Nebenblättern; Fruchtfächer einsamig.

Coffea arabica L., der Kaffeebaum (V. 1), ein kleiner, wahrscheinlich aus Aethiopien stammender Baum, der um seiner Coffeïn-haltigen Früchte willen in allen heißen Ländern cultivirt wird. Die Frucht ist eine zweifächrige Beere mit einem Samen in jedem Fach (Fig. 305). Der Same („Kaffeebohne") enthält einen in ein großes Endosperm eingeschlossenen kleinen Embryo (Fig. 305 B f).[1])

Parasiten auf den Kaffeeblättern: Hemileia vastatrix Berk. et Broome, eine Uredinee (erzeugt oberseits braune Flecke, unterseits orangerothe Sporenlager. Seit 1869 auf Ceylon beobachtet, seitdem auf Sumatra und in Ostindien verheerend ausgebreitet. — Synkladium (Fumago) Nietneri Rabenh. auf Ceylon. — Pellicularia Koleroga Cooke (Rußthau); erzeugt den „schwarzen Schimmel" (Kole roga) der Kaffeeblätter in Ostindien.

Familie: **Cinchoneae.** Mit schuppenförmigen Nebenblättern, vielsamigen Fruchtfächern.

Chichona Condaminea Lamb., cordifolia Mutis, calysaya Wedd. (China regia) u. a. Arten von Chinabäumen, mit großen lederartigen Blättern, geflügelten Samen, in den Andes (Südamerika) heimisch, am Cap, auf Java 2c., cultivirt, liefern in ihren chininhaltigen, durch eigenthümliche stark verdickte Bastzellen charakterisirten Rinden (Cortex chinae verae) ein sicheres Heilmittel gegen Fieber.

Ordnung: Lonicereae, Geisblattgewächse.

Fruchtknoten mehrfächrig, Fächer mit mehreren Samenknospen. Frucht meist eine Beere. Nebenblätter frei oder fehlend. Krone röhrenförmig.

Lonicera L., Geisblatt (V. 1). Die Blumenkrone ist unregelmäßig, zweilippig, mit 5spaltigem Saume, die beerenartige Frucht meist aus zwei von getrennten Blüthen abstammenden, mit einander verwachsenen Fruchtknoten gebildet, und oft von den Kelchen gekrönt. Es sind theils aufrechte, theils Schlingsträucher. L. Periclymenum L., das deutsche Geisblatt, mit durchaus getrennten, gegenständigen, eiförmigen Blättern und dunklen Blüthen, und L. Caprifolium L.,

---

[1]) Die Meinung, daß der sehr früh (in etwa 6 Wochen) seine Keimkraft verlierende Embryo der Kaffeebohne durch Kali oder Ammoniak neu belebt werden könne, ist falsch. Fig. 305 Bc zeigt den rein mechanischen Effect einer solchen Behandlung; die Radicula wird durch die Quellung des Samen mechanisch hervorgepreßt, soweit die verbreiterten Kotyledonen es gestatten, ohne sich jedoch zu entwickeln.

das italienische Geisblatt („Jelängerjelieber"), dessen obere Blätter zu rundlichen Scheiben verwachsen (Fig. 184), sind Schlingpflanzen, welche ihrer wohlriechenden Blüthen halber häufig zu Lauben und an Mauern gezogen werden. Die Blüthen stehen in Endköpfchen oder in Wirteln, und die orangefarbenen Früchte sind vom bleibenden Kelche gekrönt. Das erste findet sich in Deutschland an Zäunen, in Laubwaldungen bis zur Ostsee hin, und blüht im Juni bis August; das zweite wächst wild nur im südlichsten Deutschland (in Thüringen stellenweise), Italien ꝛc. an ähnlichen Orten, blüht aber dort schon im Mai und Juni. L. Xylosteum L., die Heckenkirsche oder das Beinholz. Steifstenglig, mit gelblich-weißen, nicht quirlständigen Blüthen, die an der Basis einen kleinen Höcker tragen, rothen Beeren und decussirt stehenden, ovalen Blättern, bildet einen aufrechten Strauch, der sich allenthalben in Hecken und an Waldsäumen findet. Die ganze Pflanze flaumhaarig, später kahl. Das Holz ist außerordentlich hart, und wird zu Peitschenstöcken, Pfeifenrohren, früher auch zu Ladestöcken ꝛc. verwendet. L. tatarica L. (Fig. 160). Blüthen zu zweien, wie bei voriger, aber mit herzeiförmigen Blättern. Stammt aus Sibirien, wird in Gärten bisweilen cultivirt. L. nigra L., mit schwarzen, gezweiten Beeren und röthlich-weißen, sehr lang gestielten Blüthen. L. alpigena L., das Alpengeisblatt, mit braunrothen Blüthen, rothen, verwachsenen Beeren auf langen Stielen und glänzenden Blättern, ist in unseren Gebirgen heimisch; wird aber ebenso wie L. coerulea L., mit weißröthlichen Blüthen und blauschwarzen Beeren, häufig als Zierstrauch cultivirt.

Parasiten von Lonicera. Auf den Blättern von L. xylosteum: Phyllaktinia (Erisyphe Lk.) guttata Lév. — Lasiobotrys Lonicerae Kze. et Schm. (auch auf L. coerulea). — Fumago Lonicerae Fckl. (Rußthau). — Depazea Lonicerae Kirchn. — Phyllostikta vulgaris Desm. — Von L. tatarica: Koriothecium phyllopodium Rabh. (Rußthau). — Von L. caprifolium: Phyllostikta Vossii Desm.

Symphorikarpus racemosus Mich., die traubige Schneebeere, ein 1—2 m hoher Gartenstrauch, aus Nordamerika, mit 4—5fächrigem Fruchtknoten, röthlichen, im Schlunde behaarten Blüthen und schneeweißen Beeren (Fig. 251). **Diervilla** canadensis Willd., mit gelben Blüthen und trockenhäutiger, 2fächriger Kapsel; Zierstrauch aus Nordamerika. **Weigelia** rosea Lindl., mit schönen rothen Blüthen, cultivirt. **Linnaea** borealis Gron., ein zierliches, strauchähnliches, niederliegendes Pflänzchen mit zu zwei auf einem langen Stiele beisammenstehenden, weiß und roth punktirten, glockenförmigen Blüthen. Findet sich in der mittleren Region der Urgebirgsalpen Salzburg's und Tyrol's, am Brocken, sowie in den sandigen Niederungen Norddeutschland's, in Schweden, Norwegen und Lappland, und ist eine echte Schattenpflanze, welche auch nicht ein Jahr die Freistellung überlebt.

Sambucus L., Hollunder (V. 3). Die Blumenkrone ist radförmig, fünfspaltig; der Fruchtknoten trägt 3 sitzende Narben; die Frucht ist eine 3—5samige Steinfrucht; die Blätter unpaarig-gefiedert, und stehen über's Kreuz. S. nigra L., der gemeine Hollunder, bildet einen Strauch oder kleinen, bis 10 m hohen Baum, dessen weiße, starkriechende Blüthen große flache Trugdolden mit 5 Hauptstrahlen bilden (Fig. 226) und sich gegen Ende Juni entwickeln. Die schwarzen Beeren reifen im September. Die jungen Triebe haben ein weißes Mark von

sehr bedeutender Breite, mit braunen Saftschläuchen (Fig. 24), dessen Röhre sich auch im Alter nie völlig schließt. Man findet ihn überall in Deutschland, namentlich in der Nähe der Dörfer, an Häusern ꝛc. Das sehr harte, gelbliche Holz eignet sich gut zu feinen Drechslerarbeiten; die weißen Blüthen werden getrocknet als schweißtreibender Thee benutzt, und die Beeren dienen gekocht als Speise. S. racemosa L., der Trauben-Hollunder. Die Blüthen sind gelb, erscheinen im April und Mai und bilden eiförmige, gedrängte Rispen; die (ungenießbaren) Beeren sind scharlachroth, das Mark der Zweige rothbraun. Dieser Strauch findet sich häufig in Gebirgsgegenden auf Schlagflächen, wird aber auch seiner rothen Beeren halber als Zierstrauch verwendet. Eine Abart mit goldgelben Beeren: S. Ebulus L., der Attig oder Zwerg-Hollunder, hat krautige Stengel, eine 3strahlige Trugdolde, weiße, außen röthliche Blüthen mit rothen Staubbeuteln, spitzen Kronenblättern und schwarzen, giftigen Beeren; widerlichen Geruch. Häufig auf Schlägen, an Waldrändern ꝛc. Stirbt im Herbst bis zur Wurzel ab.

Parasiten von Sambucus nigra: Auf den Blättern: Kerkospora penicillata Fres. (weißliche Blattflecken).

Viburnum L., Schneeball (V. 3), unterscheidet sich von der vorigen Gattung vorzüglich durch glockenförmige Blüthen, einfache Blätter und einsamige Beeren. V. opulus L., der gemeine Schneeball. Strauch oder kleiner, 2—5 m hoher Baum, mit einfachen, 3—5lappigen, spitzig-gezähnten Blättern, pfriemlichen Nebenblättern und Blattstieldrüsen (Fig. 227 a), die bei V. lantana fehlen. Die weißen Blüthen in flachen, vielstrahligen Trugdolden (Fig. 227); die inneren zwitterigen und fruchtbaren Blüthen sind glocken- oder röhrenförmig, die äußeren (Randblüthen) viel größer, mit ausgebreitetem Saume, und unfruchtbar; die länglichen, rothen Beeren bleiben den Winter über am Strauche und werden nicht von den Vögeln gefressen. Gemein in feuchten Hecken und Wäldern hier und da in Deutschland, und blüht im Mai. Eine gärtnerische Varietät mit durchaus großen, unfruchtbaren Blüthen, durch welche die Trugdolde eine kugelige Gestalt annimmt, wird häufig als „Schneeball“ cultivirt. V. Lantana L., der Schlingstrauch, 3—4 m hoch, mit breit-eiförmigen, sägezähnigen, runzeligen, unten sternhaarig-wolligen Blättern. Rinde korkig. Die weißen, durchaus gleich großen und fruchtbaren Blüthen bilden Trugdolden an den Enden der Zweige, und entwickeln sich im Mai aus schon im Herbste ausgebildeten Blüthenknospen, welche, wie die Laubknospen, nackt sind (Fig. 207). Die Beeren sind oval, anfangs roth, dann schwarz, ziemlich trocken und eßbar, wenn auch nicht wohlschmeckend. Die jungen, ganz geraden Schößlinge dienen zu Pfeifenrohren, Stöcken ꝛc. Wild in Hecken und Vorhölzern, vorzüglich auf Letten- und Kalkboden in Thüringen. V. Lentago L., mit birnförmigen Blättern und schwarzen Beeren. V. Tinus L. (Laurus Tinus Hort.[1])). Bekannte Zimmerpflanze mit immergrünen Blättern, weißen Blüthen und scharlachrothen Beeren.

---

[1]) „Laurentinus“, der Gärtner.

Parasiten auf den Blättern von V. opulus: Kalokladia penicillata Lèv. (eine Erisyphe). — Von V. Lantana: Kalokl. Hedwigii Lév.

Adoxa moschatellina L., das Moschuskraut. Pflänzchen mit kleinen, gelbgrünen Blüthenköpfchen, kahlem Stamm, doppelt 3zähligen Blättern, schuppigem Wurzelstock. Auf humosem Boden in schattigen Laubwäldern, unter Gebüsch 2c.

Classe: Contortae, Drehblüthige.

Krone in der Knospe gedreht (convolutiv). Blätter gegenständig.

Ordnung: Jasmineae, Jasminartige.

Eine kleine Gruppe von oft windenden Sträuchern des südlichen Europa's mit sehr wohlriechenden 5zähligen Blüthen. Frucht eine 1—2samige Beere oder Kapsel. Same eiweißlos

Jasminum officinale L., der (echte) Jasmin. Blüthen gelb, Blätter immergrün, länglich verkehrt-eiförmig, und ganzrandig. Niederliegender Strauch, am Mittelmeer heimisch.

Ordnung: Oleaceae, Oelbaumartige.

Der Fruchtknoten oberständig, 2fächerig, mit 1—2 Samenknospen in jedem Fache; Blumenkrone einblätterig mit 4spaltigem Saume, und 2 an der Röhre befestigten Staubblättern, oder tief 4theilig, und dann je 2 Blumenblätter durch einen Staubfaden vereinigt; Blüthenknospenlage klappig; die Frucht eine Kapsel, Flügelfrucht, Beere oder Steinfrucht, mit hangendem Samen.

A. Oleineae, mit fleischiger Frucht.

Olea europaea L., der Oelbaum (II. 1), ein mittelgroßer Baum mit ganzrandigen, oben grünen, unten silberglänzenden, immergrünen Blättern; die kleinen weißen Blüthen mit kurzer radförmiger Krone ohne Röhre stehen in Trauben in den Blattwinkeln; die Früchte sind länglich, dunkelgrün oder schwärzlich, und enthalten in einem herben, ölreichen Fleische einen sehr harten, auf der Oberfläche runzligen, zweifächrigen Steinkern (Fig. 306). Der Oelbaum ist ursprünglich in Asien zu Hause, wird aber jetzt im wärmeren Europa überall gepflanzt. Aus dem Fleische der Steinfrucht (Olive) wird das Oliven- oder Baumöl (Provenceröl) gepreßt, und das harte, gelbe, grünlich-geflammte Holz dient zu feinen Drechslerarbeiten. **Ligustrum** vulgare L., der Hartriegel, die Rainweide (II. 1), ein mittelgroßer Strauch mit ganzrandigen, lanzettlichen Blättern, welche oft über Winter ausdauern (s. o.). Die weißen Blüthen bilden dichte Rispen an den Enden der Zweige (Fig. 235) und entwickeln sich im Juni; die erbsengroßen, schwarzen Beeren reifen im October; sie enthalten 1 bis 4 Samen und sind ungenießbar. Man findet ihn überall in Deutschland in Wäldern und Hecken, und benutzt ihn zu lebendigen Zäunen. Das gelbliche, harte und zähe

Holz wird von Drechslern verarbeitet. **Chionanthus** virginica L. (Fig. 396), ein schön blühender Baum aus Nordamerika, häufig in Gärten angepflanzt.

Parasiten auf den Blättern von Ligustrum vulgare: Apiosporium pulchrum Sacc. (Rußthau).



Fig. 396. Chionanthus virginica. a Blüthentraube; b Blatt (nat. Gr.); c Blüthe (nat. Gr.): *α* Kelch, *β* Krone; d Fruchtknoten (vgr.); e Staubgefäß, am Kronenblatt angewachsen (vgr.); f Querschnitt durch den Fruchtknoten: *α* Samenknospe, *β* Gefäßbündel.

B. Lilaceae, mit trockener Flügelfrucht oder Kapsel.

Syringa vulgaris L., der Spanische Flieder (II. 1). Dieser schöne, oft baumartige Strauch mit herzförmigen (Fig. 206 a), 2fächrig aufspringender Kapsel (Fig. 234) mit 4 hangenden Samen, ist ursprünglich in Persien zu Hause, wird aber jetzt seiner wohlriechenden, großen, violetten oder weißen Blüthentrauben wegen häufig in Anlagen cultivirt; er blüht im Mai. Gipfelknospe oft unentwickelt (Fig. 206). S. persica L. (Fig. 206 c) mit lanzettlichen Blättern und kleineren Blüthentrauben. S. chinensis Willd. (rothomagensis Hort.), ein zu Rouen durch Varin gezüchteter Bastard von S. vulgaris und persica. Blätter ei-lanzettlich bis eiförmig zugespitzt (Fig. 206 b), Blüthentrauben denen von S. vulgaris ähnlich.

Parasiten an den Syringen-Blättern: Depazea syringaecola Lasch.

Fraxinus L., Esche (II. 1). Kelch und Blumenkrone fehlen, eigentlich ist die Gattung apetal. Der Fruchtknoten ist 2fächerig mit einer Samenknospe in jedem Fache, die Frucht in der Regel einsamig. Der Embryo ist von dem Eiweißkörper umgeben, welcher bei der Keimung nebst der Fruchthülle von den Samen-

lappen über die Erde emporgehoben wird; die Blüthen sind polygamisch-zweihäusig und entwickeln sich in sehr verästelten Trauben aus blattlosen Axillarknospen. Die Blätter sind gefiedert und stehen kreuzweise einander gegenüber. Die Winterknospen sind groß, halbkugelig, schwarz oder braun, und die zwei gegenständigen Knospenschuppen, welche ein zweites Paar umschließen, sehr dick und lederartig. Die Gefäßbündelspuren an den Blattstielnarben hufeisenförmig.

Fr. excelsior L., die gemeine Esche. Die Blüthen (Fig. 242) bestehen nur aus 2 (oft fehlenden) Staubblättern und einem nackten Fruchtknoten, welcher sich später zu einer länglichen, lederartigen, einsamigen Flügelfrucht ausbildet; sie erscheinen frühzeitig vor dem Laubausbruche. Die Früchte reifen im October, und fliegen meist im November ab, doch bleiben sie mitunter auch den Winter über am Baume. Zwei Samenknospen im Fruchtknoten, doch meist nur ein Same. Die in letzterem eben liegenden Samenlappen sind länglich-eiförmig, an der Spitze abgerundet (mehr blattartig und nicht so dick und fleischig, wie bei dem Ahorn); die Primordialblätter sind einfach, eirund, spitzig, am Rande gesägt; die nächst folgenden Blätter bestehen nur aus drei Blättchen, worauf dann die unpaarig gefiederten Blätter mit in der Regel 7, bisweilen 13 länglich-lanzettförmigen, zugespitzten, gesägten, sitzenden Blättchen folgen. Die Knospen sind groß, fast halbkugelig, vierkantig und schwarz, meist mit oberständigen Nebenknospen (Fig. 217). Die Esche trägt gegen das 40. Jahr hin keimfähigen Samen, freistehende Bäume oft noch früher; der Same keimt, wenn er im Frühjahre gesäet wird, erst im nächsten Jahre; wird er aber schon im Herbste gesäet, so keimt er mitunter sofort im folgenden Frühjahre; die junge Pflanze wird im ersten Jahre kaum 10—13 cm hoch, treibt aber eine senkrecht tief in den Boden eindringende Pfahlwurzel mit vielen verästelten zarten Seitenwurzeln; bei alten Bäumen ist die Bewurzelung sowohl in der Tiefe, als in der Oberfläche sehr ausgebreitet. Die Ausschlagsfähigkeit ist gering und schwindet schon mit dem 20. Jahre; bisweilen entwickelt sich auch Wurzelbrut. Die Esche bildet einen Baum erster Größe, kann 150—300 Jahre alt und bis 30 m hoch werden, und wächst unter den harten Holzarten wohl am schnellsten; sie findet sich in ganz Europa hoch nach Norden (im westlichen Norwegen bis über den 62.° hinaus) aufsteigend, und liebt einen feuchten, guten Boden; in unseren Alpen steigt sie, den feuchten Gebirgsthälern folgend, bis zu 1260 m an. Das weiße, am Kerne gelblich geflammte Holz wird seiner Festigkeit, Zähigkeit und Dauerhaftigkeit wegen von Wagnern, Drechslern und überhaupt zur Verfertigung vieler Geräthschaften sehr geschätzt.[1]) Die Markstrahlen sind gleichartig; 1—2reihig in jüngeren, 3—4reihig in älteren Stammtheilen; 9—10 Reihen über einander. Gefäße im Frühjahrsholz groß, mit Thyllen, im Herbstholz wesentlich kleiner. Ein Kubikmeter wiegt grün 700—1140 (i. M. 920) kg, lufttrocken 540—940 (i. M. 740) kg; seine Brennkraft ist gleich der des Buchenholzes. Die Blätter liefern ein treffliches Viehfutter. Die öfter cultivirte Traueresche, F. exc. pendula (Fig. 2), u. a. Gartenformen: F. aurea,

---

[1]) Besonders werthvoll ist die Gabelungspartie zwieselig gewachsener Eschen.

crispa, simplicifolia, sind nur Abarten. F. sambucifolia Lam., Canada, liefert das „Black Ash"-Holz, und F. americana L. das „White Ash"-Holz.

Ornus Pers., die Blumen- oder Manna-Esche, unterscheidet sich von der vorigen durch vollständige Blüthen, welche sich aus blättertragenden Endknospen entwickeln, und kurz gestielte Fiederblättchen.

O. europaea Pers. ist ein kleiner (3—7 m hoher) Baum des südlichen Europa. Die Blüthe (Fig. 241) hat einen 4zipfligen Kelch und vier Kronenblätter, von denen je zwei an der Basis zusammenhangen. Blätter meist 2- bis 3paarig, Blättchen gestielt. Aus den durch den Stich der Manna-Cicade (Cicada Orni) verursachten Wunden träufelt ein klebriger, von Mannit süßer Saft, „Manna", als gelindes Abführmittel officinell. Das Holz steht dem Eschenholz sehr nahe.

Parasiten auf den Eschenblättern: Phyllaktinia (Erisyphe Lk.) guttata Lév. — Septoria Fraxini Desm. — Auf Ornus-Blättern: Septoria Orni Passer.

Ordnung: Loganiaceae.

Strychnos nux vomica L., ein ansehnlicher Baum Ostindiens, mit gegenständigen Blättern und Nebenblättern, dessen kreisförmige, plattgedrückte Samen Krähenaugen (Nuces vomicae) genannt werden und äußerst heftige Alkaloide, Strychnin und Brucin, enthalten; andere Arten, z. B. St. Tieute Leschen, auf Java, liefern den Wilden das Upas oder Fürstengift, sowie St. guyanensis Mart., in Südamerika, das Curare zur Vergiftung ihrer Waffen. **Ignatia** amara L. auf Manilla. Die Samen (Ignatius-Bohnen) höchst giftig.

Ordnung: Apocyneae, Hundswürgerartige.

Vinca minor L., das Sinngrün, mit immergrünen Blättern und azurblauen Blüthen, in schattigen Hainen, unter Zäunen 2c., **Nerium** Oleander L., der Oleander oder Rosenlorbeer, ein prachtvoller Strauch des südlichen Europa; die Blätter sind immergrün, lederartig, sehr giftig; die großen brennend rothen Blüthen bilden ansehnliche Rispen am Ende der Zweige; man hat davon auch eine Varietät mit gefüllten Blüthen.

Ordnung: Asklepiadeae, Seidenpflanzengewächse.

Cynanchum vincetoxicum L., der Hundswürger (V. 1), häufig an gebirgigen, felsigen Orten, in Gebüschen. Führt Milchsaft. Die Blüthen sind weiß mit Nebenkrone; der Pollen jedes der zwei Antherenfächer in wachsartigen Massen vereinigt, Blätter ganzrandig und gegenständig. Die Wurzel ist officinell; die ganze Pflanze, welche das Alkaloid Asklepiadin enthält, ist wiederholt als Mittel gegen den Biß toller Hunde empfohlen worden.

Ordnung: Gentianeae, Enziangewächse.

Gentiana L., Enzian (V. 2), zierliche Pflanzen, an denen vorzüglich das Hochgebirge reich ist. Von einigen größeren Arten, G. lutea L., pannonica

Scop. und punctata L., werden die Wurzeln häufig gegraben und wegen des in ihnen enthaltenen Bitterstoffs als Arzneimittel verwendet; auch wird daraus der sogenannte Enzian-Branntwein bereitet. Einige kleinere Arten, z. B. G. verna, acaulis, mit großen, herrlich blauen Blüthen, die im ersten Frühjahre erscheinen, finden sich im südlichen Deutschland, namentlich am Fuße der Alpen auf Wiesen. **Erythraea** Centaurium Pers., das Tausendgüldenkraut, auf Triften und lichten, etwas feuchten Waldorten, sowie **Menyanthes** trifoliata L., der Fieber- oder Bitterklee, auf sumpfigen Wiesen, mit 3zähligen Blättern und weißröthlichen Blüthentrauben, werden des Bitterstoffs halber, den sie enthalten, auch als Arzneimittel, namentlich gegen Fieber, angewendet; in der zuletzt genannten Pflanze hat man Jod gefunden.

Classe: Nuculiferae, Nüßchenfrüchtige.

Ordnung: Labiatae, Lippenblüthler.

Ausgezeichnet durch lippenförmige Blüthen, vier didyname (selten 2) Staubfäden, und eine Spaltfrucht aus zwei Fruchtknoten, deren jeder durch Einschnürung in zwei einsamige „Klausen" zerfällt. Die Blüthen stehen in Scheinquirlen, die Früchte sind nußartig; die Blätter decussirt. Samen ohne Endosperm. Die Ordnung enthält viele Halb- und Kleinsträucher, welche in Blättern und Blüthen reichliche Mengen ätherischen Oeles enthalten und daher theils in der Medicin zu Thee verwendet und hierzu in Gärten cultivirt werden, z. B. **Mentha** piperita L., die Pfeffermünze, **Melissa** officinalis L., die Melisse, **Salvia** officinalis L., der Salbei, theils als gewürzhafte Küchenkräuter, z. B. **Origanum** Majorana L., der Majoran, **Satureja** hortensis L., das Bohnenkraut, **Hyssopus** officinalis L., der Ysop, theils als Parfümeriemittel, z. B. **Lavandula** vera L., der Lavendel, **Thymus** vulgaris L., der Thymian. Alle hier angeführten Arten gehören vorzüglich dem südlichen Europa an. Thymus Serpyllum L., der Quendel, wächst sehr häufig auf trockenen, sonnigen Hügeln und an Rainen. **Galeopsis** versicolor Curt., die bunte Hanfnessel, mit hellgelber Blüthe und violetten Mittellappen der unteren Kronenlippe; tritt häufig in Deutschland auf Waldschlägen auf. In Laubwäldern nicht selten. **Galeobdolon** luteum Huds., die Goldnessel, mit herzförmigen, stumpf gekerbten Blättern, die der sterilen Zweige oft weißfleckig, Blüthenkrone goldgelb. **Stachys** sylvatica L., der Waldziest, mit großen herz-eiförmigen, grobgesägten, gestielten Blättern, die rothen Blüthenquirle lange Aehren bildend; in Gebüschen und Wäldern häufig. **Ajuga** reptans L., der kriechende, und A. genevensis L., der behaarte Günsel. Ersterer mit langen Ausläufern und fast kahlem, letzterer ohne Ausläufer und mit zottigem Stengel. Von strauchartigen Labiaten ist vornehmlich zu erwähnen die Gattung **Prostanthera** Labil., in Australien, deren Arten ein schöner Politur fähiges Holz liefern.

Ordnung: Verbenaceae, Eisenkrautgewächse.

Tectona grandis L. fil., der Teakbaum. Ein ansehnlicher Baum Ost- und Hinterindiens, mit großen, ovalen, gegenständigen Blättern, einer geknäulten Trugdolde von weißen Blüthen, rundlich-vierkantigen Früchten (die Frucht zerfällt in vier Theilfrüchte). Das sehr harte Teakholz (leider oft kernfaul) ist in Europa geschätzt für Eisenbahnwaggons, zur Verstärkung der eisernen Schiffspanzer 2c. **Vitex** Agnus castus L., Keuschbaum (XIV. 2), ein schöner Strauch des südlichen Europa, mit gefingerten Blättern und aromatisch bitterer Steinfrucht, der zwar unsere Winter nicht gut aushält, jedoch leicht wieder vom Stocke ausschlägt.

Ordnung: Asperifoliae (Borragineae), Rauhblätterige.

Rauhblättrige (selten kahle) Gewächse mit einer Spaltfrucht, welche bei der Reife in vier einsamige Nüßchen zerfällt (die zwei Carpelle des Fruchtknotens sind durch Einschnürung in 4 „Klausen“ getheilt, zwischen denen der Staubweg emporragt und deren jede eine hangende Samenknospe enthält). Die Inflorescenz cymös, wickelartig.

Borrago officinalis L., der Borretsch, stammt aus Palästina, findet sich aber in Gärten verwildert und wird als Salat gegessen. **Pulmonaria** officinalis L., das Lungenkraut, mit anfangs rothen, dann violetten bis blauen Blüthen, mit herzförmigen, gestielten Wurzelblättern und spatelförmigen, in den geflügelten Stiel verschmälerten Stengelblättern; in schattigen Laubwäldern häufig. **Myosotis** sylvatica Hoffm., das Wald-Mäuseöhrchen (großblumig), M. intermedia Lk., M. sparsiflora Mik., erstere beide mit zur Fruchtzeit geschlossenem, letzteres mit offenem Kelche, treten in schattigen Laubwäldern, Gebüschen 2c. zerstreut auf, während M. palustris L., das Vergißmeinnicht, mit kantigem, fast kahlem Stengel und flachem, großem Blüthensaum, an Gräben und auf feuchten Wiesen wächst.

Classe: Tubiflorae, Röhrenblüthige.

Kräuter, Sträucher oder Bäume; die Staubgefäße der Kronenröhre eingefügt, 2—3zähliger Fruchtknoten. Kapsel- oder Beerenfrucht; Samen mit Eiweiß.

Ordnung: Convolvulaceae, Windengewächse.

Zumeist Schlingpflanzen mit 2fächrigem Fruchtknoten, und die Krone in der Knospe rechtsgedreht.

Convolvulus (Calystegia R. Br.) sepium L., die Zaunwinde, Blüthen mit 2 großen Deckblättern; groß, weiß. Blätter pfeilförmig mit Oehrchen; in Hecken, Gebüschen 2c. verbreitet. C. Scammonia L., im Orient, liefert das Gummiharz „Scammonium“. Von **Ipomaea** Purga Wender und orizabensis

Ledenois in Mexico, werden die officinellen Jalappenwurzeln gewonnen. **Batatas** edulis Chois., mit eßbaren Knollen (Bataten und Ignamen), in den Tropen.

Cuscuta Tourn., Seide. Blatt- und wurzellose, fast chlorophyllfreie Schmarotzer mit fadenförmigem, röthlichem Stengel, geknäulten, gelblichen oder röthlichen Blüthen, 2fächrigem, quer aufspringendem Fruchtknoten und 4—5spaltigem Kelch und Krone. Mittelst Stammadventivwurzeln („Haustorien" [S. 143]) die Nährpflanzen angreifend (Fig. 130; 131) und tödtend. C. europaea Dec., die Zaunseide, wuchert auf Hopfen, Weiden, und fast sämmtlichem Unterholz (Ahorn, Cornus, Evonymus, Corylus etc.). C. Gronovii und C. lupuliformis Krock. besonders gefährlich für Schälweiden. C. epithymum L. (Trifolii Sutt.), die Kleeseide; Griffel länger, als die Kronenröhre; auf fast allen Krautarten und Gräsern (auch Calluna und Genista), besonders verheerend auf Kleefeldern. C. suaveolens, vorherrschend auf Luzerne; C. epilinum Weihe, die Flachsseide, mit kugliger Kronenröhre und unverästeltem Stengel, auf Leinpflanzen beschränkt.

Ordnung: Solanaceae, Nachtschattengewächse.

Blüthen vollständig, Krone ganz oder fast regelmäßig; Frruchtknoten zweifächrig, seltener 4—5fächrig; Frucht eine vielsamige Beere oder Kapsel. Same mit großem, fleischigem Eiweiß.

Aus dieser Ordnung kommen bei uns fast nur (bisweilen etwas verholzende) Kräuter vor, welche fast alle, wenigstens in einzelnen Theilen, ein narkotisches Gift enthalten. **Nicotiana** Tabacum L., der gemeine Tabak (V. 1), ☉, mit rosenrothen, trichterförmigen Blüthen, länglich-lanzettlichen, großen, stiellosen Blättern, und länglicher, loculicider, 2klappiger Fruchtkapsel; aus Südamerika. N. rustica L., der Bauerntabak, mit gelben Blüthen, gestielten Blättern und rundlicher Kapsel; aus Mexico. Um des Nikotin-Gehalts der Blätter willen besonders in sandigen Gegenden angebaut. N. chinensis L., der chinesische oder türkische Tabak. N. makrophylla Spr., der Maryland-Tabak, mit breiten, stengelumfassenden Blättern. **Datura** Stramonium L., der Stechapfel, ☉, treibt bis 1 m hohe, vieläftige und sperrige Stengel mit ungleich buchtig-gezähnten Blättern. Die trichterförmigen blauen oder weißen Blüthen mit langer Röhre; die eiförmige, vierklappige Kapsel dicht mit Stacheln besetzt. Er soll aus Ostindien stammen, ist zerstreut an humosen, cultivirten Orten. In Gärten: D. Tatula L., mit blaß-violetter Krone, bläulichen Kelchen und violetten Blattadern. **Hyoscyamus** niger L., das schwarze Bilsenkraut, ☉. Sehr giftig (Hyoscyamin). Wächst häufig auf Schutthaufen, an Wegen ꝛc. Die Blüthen sind schmutzig-gelb, von dunkelvioletten Adern netzförmig durchzogen. Die Kapselfrucht öffnet sich quer durch Abwerfen eines Deckels. Die Blätter sind buchtig-gezähnt, die oberen stengelumfassend; die ganze Pflanze ist mit weichen, klebrigen Drüsenhaaren besetzt, riecht sehr widerlich, betäubend. **Physalis** Alkekengi L.,

die Judenkirsche, ♃ (V. 1). Eine unter Hecken und Gebüschen, namentlich in Weinbergen, wachsende Pflanze mit weißen Blüthen, einer rothen, kugligen (genießbaren) Beere, welche zur Fruchtzeit von dem blasig aufgetriebenen, mennigrothen Kelche völlig umschlossen ist. **Capsicum** annuum L. und C. longum L., der spanische Pfeffer („Paprica"), stammt aus Südamerika, und liefert eine $2^1/_2$—10 cm lange gestreckte, ziemlich trockene, hochrothe Beere von außerordentlich scharfem Geschmack, die namentlich in heißen Ländern als Gewürz dient. C. a. brasiliense, der Cayenne- oder Chile-Pfeffer. **Solanum** Dulcamara L., das Bittersüß (V. 1), ♄. Strauchförmige Pflanze, wächst bis $1^1/_2$ m hoch unter Gebüsch, an Flußufern, feuchten Orten. Blüthen blau, die länglich-runden (giftigen) Beeren roth. Der bisweilen kletternde Stengel schmeckt anfangs bitter, später süßlich und ist officinell. S. tuberosum L., die Kartoffel, ♃ (V. 1), stammt aus den Andes (Bolivia und Peru), von wo sie 1554 durch Walter Raleigh und 1586 durch Francis Drake nach Europa gebracht wurde und sich, um des



Fig. 397. Solanum Commersonii Dun. a Frucht (nat. Gr.); b dieselbe im Längsschnitt; c Samen; d desgl. vergrößert, im Längsschnitt: α Radicula; β Kotyledonen; p Vegetationspunkt des Embryo; γ Endosperma; η Raphe; δ Samenhülle; ε Wimperhaare.

Mehlgehalts ihrer knolligen Rhizome willen, trotz der zeitweiligen Verheerungen der Zellenfäule (Peronospora [Phytopthora] infestans), der Kräuselkrankheit (Sporidesmium exitiosum var. Solani), des Schorf oder Grind (Rhizoktonia Solani) und anderer Feinde in zahllosen veredelten Spielarten eingebürgert hat. Die zusammenneigenden Staubbeutel springen an der Spitze mit 2 Löchern auf. Die Früchte (Fig. 397) sind kuglige Beeren mit gewimperten Samen und spiralig aufgerolltem, vom Endosperm umschlossenen Embryo. Die Früchte werden nach Extraction des Solanin (dessen größte Menge in den Keimen und unreifen Knollen enthalten ist) eingemacht. S. lykopersicum, der Liebesapfel („Tomate"), aus Südamerika; ohne Knollen, mit eßbaren, großen, rothen Früchten. **Atropa** Belladonna L., die Tollkirsche (V. 1), ♃, findet sich häufig auf Schlägen, namentlich Buchenschlägen, welche oft ganz von ihr überzogen werden, und gehört zu den schädlichsten Forstunkräutern. Sie treibt 1—$1^1/_2$ m hohe, ästige, flaumig-drüsige Stengel, hat ganzrandige, eiförmige Blätter und glockenförmige, violettbraune Blüthen, welche sich im Juni eröffnen. Die vielsamige, glänzend-schwarze Beere gleicht an Größe, Gestalt und Farbe einer Kirsche

und sitzt dem bleibenden, sternförmig ausgebreiteten Kelche auf. Die Pflanze enthält in allen ihren Theilen, namentlich auch in den Beeren, das sehr heftig wirkende Narkoticum Atropin. **Lycium** barbarum, der Bocksdorn, Teufelszwirn, ♄. Ein zu Lauben und Hecken häufig angepflanzter (auch verwilderter) Strauch, aus Süd-Europa, mit langen, herabhangenden Ruthen, rothen Blüthen und scharlachrothen, länglichen Beeren (Fig. 253). Bildet lästige Wurzelbrut. L. europaeum L., der europäische Bocksdorn, hat sehr kleine Blätter und kuglige rothe, selten gelbe Beeren.

Classe: Personatae.

Ordnung: Skrophularineae, Braunwurzartige.

Frucht eine zweifächrige, vielsamige Kapsel, nicht in Clausen abgeschnürt, wie die verwandten Labiaten. In der Regel vier didynamische Staubfäden, der 5. (hintere) oft als Rudiment vorhanden, selten fruchtbar (Verbascum).

Familie: **Antirrhineae.** — **Paulownia** imperialis Zucc., ein äußerst schnellwüchsiger Baum mittlerer Größe aus Japan, der unseren Winter erträgt und wenigstens in der Jugend durch die Größe seiner oft 50 cm langen und 30 cm breiten Blätter ausgezeichnet ist. **Digitalis** purpurea L., der rothe Fingerhut, mit großen rothen oder (Abart) weißen Blüthen, und D. grandiflora Lam. (ambigua Murr.), der gelbe Fingerhut, mit gelben Blüthen, welche bei beiden lange, prächtige Trauben bilden, finden sich häufig in Wäldern und auf Schlägen, namentlich Buchenschlägen, und zwar der erstere vorzüglich auf den älteren Sandsteinformationen, der letztere auf Kalkboden, und werden daselbst zu sehr lästigen Forstunkräutern. Sie enthalten ein sehr heftig wirkendes Narkoticum „Digitalin"; die Blätter, besonders des rothen Fingerhuts, officinell. **Verbascum** nigrum L., die schwarze Wollblume, Königskerze, mit violett-rother Wolle an den Staubfäden, gelben Blüthenknäueln, oberseits fast kahlen, unterseits dünnfilzigen Blättern. V. phoeniceum L., die violette Wollblume, mit purpurrother Staubfadenwolle und violetten, einzeln stehenden Blüthen; Blätter oberseits glänzend, unterseits weichhaarig. V. Thapsus L., mit weißer Staubfadenwolle, kleinen gelben Blüthen, beiderseits gelblich-filzigen, herablaufenden Blättern, an Wegen, Schutthaufen, in Gebüsch &c. Skrophularia. Veronica. Antirrhinum. Linaria.

Familie: **Rhinanthaceae.** Meist Wurzelschmarotzer. — **Pedicularis** sylvatica L., das Wald-Läusekraut, mit helmförmiger Oberlippe, 5zähnigem, am Rande zottigem Kelche, tief fiederspaltigen Blättern, zahlreichen ausgebreiteten Nebenästen; auf sumpfigen Waldwiesen. P. palustris L., das Sumpf-Läusekraut, mit 2lappigem Kelch und aufrechten Nebenaxen. **Melampyrum**, der Wachtelweizen (Fig. 134). **Euphrasia**, Augentrost (Fig. 135). **Alektorolophus**, Hahnenkamm.

Ordnung: Bignoniaceae, Bignonien.

Bäume und Sträucher, bisweilen klimmend, mit meist unregelmäßigen Blüthen, 4 didynamischen Staubgefäßen, lederartiger oder holziger Kapsel, geflügelten, endospermfreien Samen.

Catalpa syringaefolia Sims. (Bignonia Catalpa L.), der Trompetenbaum, ein ansehnlicher Baum Nord-Amerika's, welcher bei uns gut aushält und durch seine großen herzförmigen, zu drei stehenden Blätter, durch die schönen weißgelb- und roth-bunten Blüthenknospen und die bis 30 cm langen Früchte eine Zierde unserer Anlagen bildet. Nicht minder durch Schönheit ausgezeichnet ist **Tecoma** radicans Juss., aus Nord-Amerika, ein Kletterstrauch mit gefiederten Blättern und großen rothgelben Blüthen, der rasch ganze Wände überzieht. **Jacaranda** brasiliana Pers., in Brasilien, und J. obtusifolia H. B., am Orinoko, liefern das Palisanderholz.

Ordnung: Orobancheae, Sommerwurzgewächse.

Wurzelschmarotzer ohne Chlorophyll, ohne Laubblätter; mit 4 (didynamen) oder 2 Staubblättern; einfächrigem Fruchtknoten und zahlreichen kleinen Samen (Fig. 133).

Orobanche Hederae Duby, die Epheu-Sommerwurz, ♃. Krone rachenförmig; Blüthentraube allseitswendig, Blüthe blau-violett. Schmarotzt auf den Wurzeln des Epheus. O. minor Sutt., der kleine Würger, mit purpurrother Narbe, wachsgelben, violett-gestreiften Blüthen. Auf Trifolium pratense und T. medium. A. lucorum A. Br., der Brombeerwürger, mit weißgelben Blüthen und braungelben Narben. Auf Berberis vulgaris und Rubus caesius. O. Rapum Thuill., der Besenreis-Würger. Blüthe zimmtbraun, Narbe gelb; mit Pilzgeruch. Auf Sarothammus scoparius. — **Lathraea** squamaria L., die Schuppenwurz, ♃. Blaßroth, chlorophyllos; die Krone glockig; die rothe Blüthentraube einseitswendig. An der Fruchtknotenbasis eine Honigdrüse. Schmarotzt in humosen Laubhölzern auf den Wurzeln von Fagus, Corylus, Alnus, Carpinus etc.

Classe: Petalanthae.

Ordnung: Primulaceae, Himmelsschlüsselgewächse.

Kleine krautartige, meist zierliche und schön blühende Gewächse, mit 5zähligen Blüthentheilen, oberständigem, einfächrigem, aus 5 Carpellen verwachsenen Fruchtknoten, von denen viele unsere Alpengebirge zieren.

Cyclamen europaeum L., die Erdscheibe, das Alpenveilchen, am Fuß der Alpen, mit unterirdischer Knolle, entwickelt im August seinen Blüthenschaft mit wohlriechenden, rothen Kronen, deren Zipfel zurückgeschlagen sind. **Primula** offi-

cinalis Jacq., die Himmelsschlüssel, ♃, goldgelb mit 5 orangefarbenen Schlundflecken, duftend. Pr. elatior Jacq., schwefelgelb mit dottergelben Schlundflecken, geruchlos; beide auf Wiesen, an Waldrändern ꝛc. verbreitet und von beiden stammen die Varietäten der Gartenprimeln ab. P. Auricula L., die Aurikel, wächst gelbblühend an Felsen in den Alpen, in vielfachen Farbennüancen als Zierpflanze in den Gärten. **Trientalis** europaea L., der Siebenstern, ♃, mit meist 7theiligen Blüthen; an nassen Waldstellen. **Lysomachia** nemorum L., die Hain-Lysimachie, mit spitz-eiförmigen, 3nervigen Blättern, nicht wurzelndem Stengel, gelben Blüthen, deren Stiel länger, als ihr Stützblatt; in feuchten Laubwäldern, Gebüschen. L. Nummularia L., das Wiesengeld, Münzkraut, mit rundlich-eiförmigen, fiedernervigen Blättern, die Blüthenstiele kürzer, als ihr Stützblatt, wurzelndem Stengel; an Gräben, in Gebüschen ꝛc.

Ordnung: Styraceae.

Halesia tetraptera L. Ein bei uns gedeihender Baum aus Nord-Amerika, mit großen, weißen, glockenförmigen Blüthen (Fig. 255), unterständigem, 3—5fächrigem, vom Kelch umwachsenen Fruchtknoten (Fig. 277), vierflügliger Frucht. Von **Styrax** Benzoin Dryand auf Sumatra stammt das Benzoë-Harz.

Classe: Bicornes.

Blüthen zwittrig, meist 4—5zählig. Staubbeutel oft mit Anhängseln (zweihörnig). Die Fruchtblätter in der Regel vor den Krontheilen stehend.

Ordnung: Ericaceae, Heiden.

Die Fruchtknoten oberständig, 4—5fächrig; Blumenkrone regelmäßig oder etwas unregelmäßig 4—5spaltig, in der Knospenlage gefünftet; Staubblätter so viele oder doppelt so viele, als Blumenkronenzipfel; die Staubbeutel mit 2 Poren aufspringend (Fig. 263).

Familie: Ericeae.

Erica L., die Glockenhaide (VIII. 1). Die Blume kugelig, röhren- oder glockenförmig, mit 4zähnigem Saume; die Staubgefäße am Grunde häufig mit Borsten besetzt; die Frucht eine 4fächerige Kapsel mit auf der Mitte der Klappen befestigten (loculiciden) Scheidewänden. E. carnea L., die fleischfarbige Haide, ♃, ist im südlichen Deutschland auf Kalkboden in Wäldern und an trockenen Hängen häufig, und blüht im ersten Frühjahre. E. Tetralix L., ♃, die Sumpfhaide, mit rosenrothen, köpfigen Blüthendolden, linealen gewimperten Blättern in 3—4zähligen Quirlen. Im nördlichen Deutschland in sumpfigen Niederungen. Sehr zahlreich sind die Arten in Südafrika, welche als sehr zierliche und reich blühende Sträucher in unseren Gewächshäusern gezogen werden. **Calluna** Salisb., Haide-

kraut (VIII. 1), unterscheidet sich von voriger Gattung vorzüglich dadurch, daß die Scheidewände der Kapsel am Mittelsäulchen befestigt sind, und den aufspringenden Nähten der Fruchtblätter gegenüber stehen. C. vulgaris Sal., das gemeine Haidekraut, mit sehr kleinen, dicht und dachziegelartig in vier Reihen stehenden dreikantigen, an der Basis pfeilförmigen Blättchen; die Blüthen sind blaßröthlich mit schwarzen Staubbeuteln, bilden einseitige Trauben, und entwickeln sich im Juli bis September; die Früchte reifen im October (nicht erst im folgenden Frühjahr). Der höchstens ²/₃ m hohe Strauch ist schwachästig, die unteren Stammtheile kriechen am Boden und bilden einen dichten Bestand, während sich nur die Endzweige aufrichten. Die Haide gedeiht vorzüglich auf Sandboden an sonnigen, trockenen Stellen, und auf Hochmooren, breitet sich vorzugsweise dort aus, wo jeder andere Pflanzenwuchs ganz unterdrückt wird, und überzieht als letztes Stadium der Boden-Verhagerung zuweilen große Strecken. Sie erschwert die Culturen, ihr Vorherrschen ist stets Symptom eines sehr mageren Bodens, den ihre Laubabfälle jedoch allmählig verbessern (wiewohl der Haide-Humus nicht besonders geschätzt ist). Zugleich liefert sie den Bienen so reichlichen und guten Honig, daß im Herbste die Bienenstöcke aus weiter Entfernung in Haidegegenden getragen werden, und giebt auch ein gutes Streumaterial für das Vieh ab. **Arbutus** Unedo L., der Erdbeerbaum, ein immergrüner Strauch mit spitzhöckrigen, rothen, 12 mm breiten Beeren, in Süd-Europa. **Arktostaphylos** officinalis Wimm. (A. uva ursi L.), die Bärentraube (X. 1), ist ein kleiner, immergrüner Strauch mit glänzenden, unterseits netzadrigen, kleinen Blättern, welcher sich auf trockenen Haiden und sonnigen Plätzen durch ganz Deutschland findet; die weißen Blüthentrauben entwickeln sich im Mai. Die mehligen, scharlachrothen Steinfrüchte, welche äußerlich den Preißelbeeren ähneln, sind eßbar. Die ganze Pflanze enthält sehr vielen Gerbstoff. **Gaultheria** procumbens L., ein kleiner, immergrüner Zierstrauch aus Nord-Amerika.

Parasiten auf Calluna vulgaris: Torula (Antennaria Nees) pinophila Chev. (Rußthau).

Familie: **Vaccinieae, Heidelbeeren.**

Vaccinium L., Heidelbeere (VIII. 1). Alle Arten bilden kleine Sträucher mit unterständigem Fruchtknoten, regelmäßiger, glocken- oder krugförmiger Krone und Beerenfrucht. Staubbeutel mit Anhängseln. V. Myrtillus L., die Heidelbeere, blüht im Mai, und die schwarzen, blau bereiften, wohlschmeckenden Früchte reifen im Juli. Sie liebt sandigen Boden in etwas beschatteter Lage, wächst vorzüglich in Gebirgswäldern (in Norddeutschland auch in der Ebene), gedeiht aber eben so wenig in dunklen Wäldern, wie an ganz freien Orten. Hier und da findet sich eine Abart mit weißen Früchten. V. uliginosam L., die Rausch- oder Sumpf-Heidelbeere, ist der vorigen ähnlich, aber in allen Theilen größer; sie wächst auf Moorboden, und die im August reifenden, etwas schleimigen Beeren sind weniger schmackhaft, werden aber dennoch, namentlich in Norwegen, häufig gegessen. V. Vitis idaea L., die Preißelbeere, hat winter-

grüne, lederartige Blätter, blüht im Mai bis Juni, und die scharlachrothen Beeren, welche besonders eingesotten eine angenehme Speise bieten, reifen im August. In der Regel folgt im Juli eine zweite Blüthe, deren Früchte im September bis October reifen. Sie ist vorzüglich den Gebirgswäldern mit feuchtem, lockerem Boden eigenthümlich, kommt aber auch in den Ebenen Norddeutschlands mitunter weit verbreitet vor und liebt einen sonnigen Standort, weshalb sie auch im Freien recht gut gedeiht. **Oxycoccus** Trn., die Moosbeere. Krone radförmig, mit zurückgeschlagenen Zipfeln. O. palustris Pers. (Vacc. Oxycoccus L.). Ein kriechender kleiner Strauch mit immergrünen Blättern, rother Krone und braunrothen Beeren. In Wäldern und auf Torfmooren häufig.

Parasiten: Auf den Blättern und Blattstielen von Vacc. vitis idaea: Kalyptospora Goeppertiana J. Kühn. Blasige Auftreibungen verursachend. — Gibbera Vaccinii Fr. (Sphaeria Vacc. Sow.) erzeugt kohlschwarze kleine Perithecien. — Auf V. myrtillus: Podosphaera Kunzeï Lév. (Erysiphe myrtillina Rbh.). — Exobasidium Vaccinii Wor. erzeugt an Vacc. myrt. und V. vitis idaea oberseits gelbrothe, unterseits weiß bereifte Anschwellungen. Uredo Vacciniorum Dec. an Vacc. Myrtillus und uliginosum.

3. Familie: Rhodoreae.

Rhododendron hirsutum L. und Rh. ferrugineum L., die Alpenrosen, kleine Sträucher mit großen, scharlachrothen Blüthen, bilden auf den Hochalpen, vorzüglich zwischen 1500—2000 m über dem Meere, ausgedehnte Zwergwälder, welche zur Blüthezeit einen herrlichen Anblick und Wohlgeruch gewähren. Rh. ponticum L., aus Kleinasien, und Rh. maximum L., aus Nordamerika, sind schöne und reichblühende Sträucher, die an geschützten Orten bei uns im Freien aushalten und eine Zierde unserer Gärten bilden; ebenso **Azalea** pontica L., aus der Levante, und A. calendulacea Michx., aus Nordamerika, von denen namentlich erstere in vielen Spielarten vorkommt. **Ledum** palustre L., der Sumpfporst, Mottenkraut (X. 1), ein niederliegender kleiner (doch bisweilen 2—3 m langer) Strauch, mit rostfilzigen Zweigen und Blättern; letztere lanzettlich, am Rande umgerollt. Blüthen weiß, in endständigen Doldentrauben. Wächst in den moorigen Niederungen des ganzen nördlichen Europa, Asien und Amerika häufig und oft so dicht, daß jeder andere Pflanzenwuchs zurückgehalten wird. Giftig.

Parasiten auf Rhododendron ferrugineum: Torula Rhododendri Kze. (Rußthau der Blätter). — Uredo Rhododendri Bory (Chrysomyxa Rhododendri de Bary) ist der Rostpilz des Fichtennadel-Aecidiums (Aecidium abietinum) in den Alpen. Derselbe Rostpilz, bekannt als Koleosporium Ledi Schroeter, schmarotzt auf den Blättern von Ledum palustre. Die Teleutosporen erscheinen vor den Uredosporen im April.

4. Familie: Pyrolaceae.

Pyrola L., Wintergrün (X. 1), ♄. Die hierher gehörigen Arten sind niedliche immergrüne Humusbewohner mit weißen oder röthlichen Blüthen in Trauben oder Dolden, oberständigem Fruchtknoten, loculicider Kapsel und sehr kleinen Samen. P. rotundifolia L., chlorantha Sw., minor L., mit allseitswendiger, P. (Chimophila) secunda L. mit einseitswendiger Traube; P. uniflora L. mit einzeln stehenden Blüthen. Sämmtlich in schattigen Wäldern.

5. Familie: **Monotropeae.**

Monotropa Hypopitys L., der Fichtenspargel (X. 1), ist ein in unseren Wäldern, namentlich lichten Kiefernwäldern, häufig vorkommender chlorophyllfreier (blaßgelber) Wurzelparasit, welcher statt der Blätter nur Schuppen trägt. Stengel fleischig, Blüthe regelmäßig. Auf den Wurzeln von Nadelbäumen schmarotzt mehr eine weichhaarige Varietät mit länglicher Kapsel (M. hirsuta Roth); auf Laubholzwurzeln (seltener) eine kahle Form mit kugliger Kapsel (M. glabra Roth; M. hypophega Wallr.).

Cohorte III. Dialypetalae, Getrenntblüthige.

Blüthen mit Kelch und Blumenkrone; letztere aus getrennten Blättern.

Classe: Discanthae, Schirmblüthige.

Ordnung: Umbelliferae, Doldengewächse.

Infloreseenz eine einfache oder Doppeldolde. Kelch und Krone 5blättrig; 5 Staubgefäße; 2 unterständige Fruchtknoten, welche sich als 2 Theilfrüchte vom Fruchtträger trennen. Same mit Endosperm, nach dessen Gestaltung man drei Unterordnungen der Umbelliferen unterscheidet: 1. Geradsamige (Orthospermae); 2. Gefurchtsamige (Kampylospermae); 3. Hohlsamige (Koelospermae), je nachdem das Eiweiß an der Innenfläche der Theilfrucht flach oder convex erscheint (Fig. 398), oder concav (Fig. 399) oder halbkuglig gekrümmt (Fig. 400). Die Endblüthe ist bisweilen schwarzroth gefärbt (Daucus).

Viele Doldengewächse enthalten, namentlich in ihren Früchten, reichliche Mengen ätherischer Oele, weshalb dieselben als Gewürze häufig cultivirt werden, z. B. **Carum** Carvi L., der Kümmel (Fig. 398), wächst bei uns überall wild auf trockenen Wiesen. **Pimpinella** Anisum L., der Anis, stammt aus Aegypten. **Foeniculum** vulgare L., der Fenchel, ursprünglich in England und dem Littorale zu Hause. **Anethum** graveolens L., der Dill, aus Portugal und Spanien. **Coriandrum** sativum L., der Coriander, aus Italien. — Andere enthalten namentlich in ihren Wurzeln harzige Milchsäfte, welche eingetrocknet als Arzneimittel gebraucht werden, z. B. **Ferula** Asa foetida L., aus Persien, deren eingedickter Milchsaft unter dem Namen Teufelsdreck bekannt ist. **Pimpinella** magna und P. saxifraga; **Levisticum** officinalis u. a. — Wieder andere liefern uns Kraut und Wurzeln als Gemüse und Küchenkräuter, wie **Petroselinum** sativum L., die Petersilie, die in Sardinien wild wächst; **Anthriscus** Cerefolium L., der Körbel (Fig. 399), im südlichen Deutschland unter Hecken &c. **Pastinaca** sativa L., die Pastinakwurzel, häufig auf Wiesen. **Daucus** Carota L., die Möhre, oder gelbe Rübe, ebenfalls häufig auf Wiesen und an Rainen. **Apium** graveolens L.,

der Sellerie, an den Meeresküsten. Von den drei zuletzt genannten Pflanzen werden die Wurzeln durch die Cultur dick und fleischig, und dienen dann als beliebte Speisen. — Endlich enthalten aber auch einige Arten heftige narkotische Gifte, welche jedoch in der Hand des Arztes treffliche Arzneimittel abgeben können. Zu

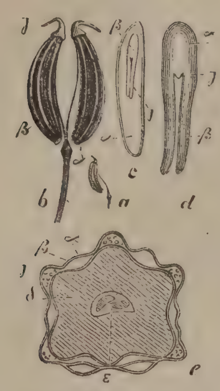


Fig. 398. Carum Carvi L. a Theilfrucht (nat. Gr.), b Schizokarp (vgr.): α die Columella; β Theilfrucht; γ Stempelmündung; c Längsschnitt durch die Theilfrucht: α Endosperm (orthosperm), β Embryo; d dgl. vergrößert: α Radicula; β Keimblätter; γ Vegetationspunkt; e Querschnitt durch die Theilfrucht (vgr.): α Fruchthülle; β Samenhülle; γ Hauptrippe; δ Endosperm; ε Embryo (Durchschnitte der Keimblätter).

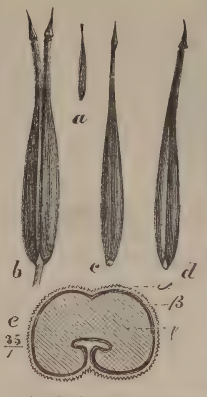


Fig. 399. Anthriscus cerefolium Hoffm. a Theilfrucht (nat. Gr.); b Doppelfrucht, c, d Theilfrucht (Rückseite); d dgl. Commissur; e Querschnitt durch die Theilfrucht: α Fruchthülle; β Samenhülle; γ das gefurchte (kampylosperme) Eiweiß.



Fig. 400. Coriandrum sativum L. a, b Doppel-Achänen (Schizokarp, mit 5 Haupt- und 4 Nebenriefen: α Narbenpolster; c Längsdurchschnitt: α Fruchthülle; β Samenhülle; γ Same mit halbkugligem (koelospermem) Eiweiß und Embryo; δ Narbenpolster; ε Commissur.

diesen gehört vorzüglich **Aethusa** Cynapium L., Gleisse, Hundspetersilie, kleiner Schierling; findet sich sehr häufig an cultivirten Orten, und kann, da sie der Petersilie ähnlich ist, leicht zu Vergiftungen Veranlassung geben. Sie unterscheidet sich von der Petersilie leicht durch einjährige Wurzel, welche schon im ersten Jahre einen Stengel mit entfernt stehenden Blättern treibt, während

bei der Petersilie die Blätter im ersten Jahre eine Rosette bilden; ferner durch den widrigen Geruch der zerriebenen Pflanzen, die herabhangenden Hüllblätter, die weißen, nicht grüngelblichen Blüthen, und die fast kugelige Doppelfrucht (Fig. 401). **Conium** maculatum L., der gefleckte Schierling, meist auf Schutthaufen und an Wegen, in Deutschland wahrscheinlich nur verwildert; die Pflanze hat einen höchst widerlichen Geruch; ihr Saft lieferte den Schierlingstrank zur Hinrichtung von Verbrechern. **Cicuta** virosa L., der Wasserschierling, an Gräben und Teichen, ist besonders ausgezeichnet durch einen dicken, hohlen, und durch Querwände in Fächer abgetheilten Wurzelstock. — Als eine besonders häufige, und namentlich die Wiesen oft ganz weiß färbende Pflanze ist noch der wilde Körbel, **Anthriscus** sylvestris Hoffm. (Chaerophyllum sylvestre L.) anzuführen; während der niedliche Sanikel, **Sanicula** europaea L., häufig sich auf feuchten und schattigen Waldplätzen findet.

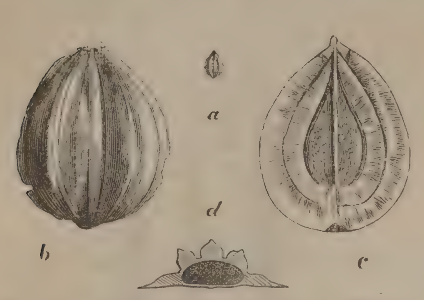


Fig. 401. Aethusa cynapium. a u. b Merikarp von der Außenseite mit 5 scharf gekielten Riefen; c dgl. von der Innenseite (Commissur); d Querschnitt durch die Theilfrucht.

Ordnung: Araliaceae.

Hedera Helix L., der Ephen (V. 1), ein immergrüner Kletterstrauch, der in schattigen Wäldern mit seinen Luftwurzeln (Fig. 127) an Bäumen und Felsen hinaufklimmt und alte Mauern oft ganz überdeckt. Die Blätter bleiben 3 Jahre lebensthätig, sind 3—5eckig, oberseits glänzend, kahl, gerieben duftend, an den blühbaren Zweigen (Hochblätter) eiförmig bis lanzettlich. Die grünlichen Blüthen stehen in Dolden (Fig. 236), brechen im August bis September auf; die emetischen schwarzen Beeren reifen erst im folgenden Mai. Die Rinde der schönblättrigen **Aralia** spinosa L. ist officinell.

Ordnung: Ampelideae, Rebengewächse.

Der Kelch besteht aus 4—5 kleinen zahnförmigen, auf einem drüsigen Discus befestigten Blättchen, mit welchen die Blumenblätter wechseln, und vor diesen stehen die Staubblätter. Der Fruchtknoten ist 2fächrig, in jedem Fache mit zwei aufrechten Samenknospen; ein Griffel mit einfacher Narbe; die Frucht eine Beere. Es sind Kletterpflanzen mit handförmig gelappten Blättern und blattgegenständigen Ranken. Letzteres sind Zweige mit Blattschüppchen, aus deren Achseln sich Seitenranken oder auch Blüthenstände entwickeln.

Vitis vinifera L., der Weinstock (V. 1). Wird seiner Früchte wegen in

etwa 1400 Spielarten cultivirt; stammt ursprünglich aus Asien, und wurde um 281 n. Chr. vom Kaiser Probus am Rhein eingeführt. Verwildert tritt er selbst in Wäldern am Rhein und an der Donau auf. Die Grenze der Weincultur gegen Norden ist im westlichen Europa zwischen dem 49. und 50. Breitengrade, in Deutschland ungefähr bei 51°, im Osten zwischen dem 47. und 48.°. In der heißen Zone, überhaupt dort, wo die mittlere Jahrestemperatur 20° C. überschreitet, gedeiht er nicht, reicht kaum an die Wendekreise, so daß er dem wärmeren Theile der gemäßigten Zone eigenthümlich bleibt. Auf Gebirgen steigt der Weinstock in der Schweiz höchstens bis 550 m, ja selbst in Sicilien nur bis zu 1000 m. Er blüht im Juni und Juli und reift im October oder November. Die Beeren kommen auch getrocknet als Rosinen oder Zibeben in den Handel. V. vulpina L., V. Labrusca L., V. riparia Michx. u. a. nordamerikanische Arten werden neuerdings zur Verjüngung des Weinstocks in Europa cultivirt. **Ampelopsis** hederacea Mich. (Hedera quinquefolia), der wilde Wein, aus Nordamerika, findet sich im südlichen Tyrol verwildert und wird bei uns allgemein zur Bekleidung von Mauern und Wänden angepflanzt. Er blüht im Juli und August, die Beeren sind blauschwarz, und die 3—5lappigen Blätter färben sich im Herbste schön hochroth.

Parasiten des Weinstocks[1]): An den Beeren: Aspergillus glaucus Lk.; Botrytis acinorum Pers.; Cicinnobolus Cesati de By.; Makrosporium uvarum Thüm.; Oidium Tuckeri Berk.; Pestalozzia Thümenii Spegazzari; P. uvicola Speg.; Phoma baccae Catt.; Sklerotium uvae Desm.; Skl. Vitis Peyl.; Sphaceloma ampelinum de By. erzeugt die als „Anthraknose" bekannte Krankheit der Stengel, Blätter und Beeren; Trichothecium roseum Lk. var. candidum Spegazz.; Uredo Vitis Thüm., der Weinbeerrost. — An den Blättern: Oidium Tuckeri Berk.; Gloeosporium ampelophagum Sacc.; Kerkospora Vitis Sacc. (Kladosporium viticdum Ces. [braune Flecken]). Auf verschiedene Species schmarotzt Peronospora viticola de By. — An den Wurzeln: Roesleria hypogaea Thüm.; Agaricus melleus (?).

Ordnung: Corneae.

Fruchtknoten unterständig, zweifächerig, in jedem Fache mit einer hangenden Samenknospe; die vier Kelch- und Blumenblätter, sowie die vier mit den Blumenblättern wechselnden Staubblätter auf der oberständigen Scheibe befestigt; die Frucht eine Steinfrucht.

Cornus L., Hornstrauch (IV. 1). Die Blüthen stehen in Dolden oder Trugdolden, deren Basis theils von Hüllblättern umgeben ist, theils nicht; die Frucht ist eine fleischige, saftige Steinfrucht, deren Stein zwei Fächer, jedes mit einem Samen enthält; die Blätter sind meist decussirt, ohne Nebenblätter, mit bogig verlaufenden Seitenadern (Fig. 182); die Knospen sind verlängert-eiförmig, zugespitzt, mit vierzeilig stehenden Knospenschuppen. Die junge Pflanze erscheint in der Regel erst im zweiten Jahre nach der Aussaat mit zwei ovalen, dicken Samenlappen, wächst im ersten Jahre rasch, läßt aber bald im Wuchse nach. Es sind Sträucher mit reichlichen Wurzelschossen oder kleine Bäume. C. mas L.,

---

[1]) Vergl. F. v. Thümen: Fungi pomicoli. Wien 1879.

die Korneliuskirsche, entwickelt die gelben kurzgestielten Blüthendolden, welche von einer 4lappigen Hülle umgeben sind (Fig. 307), im Frühjahre vor dem Laubausbruch, und die scharlachrothen, länglichen, eßbaren Steinfrüchte reifen im August oder September; die Blätter sind eiförmig, zugespitzt (Fig. 182 a). Sie bildet einen baumartigen Strauch, liebt Kalk und ist vorzüglich in Frankreich, der Schweiz und dem südlichen Deutschland heimisch, kommt aber auch in Böhmen, Sachsen und Thüringen vor. Sie läßt sich leicht durch Stecklinge vermehren. Das Holz ist außerordentlich schwer und hart, und wird vorzüglich zu Spazierstöcken verarbeitet („Ziegenhainer"). Die Rinde ist reich an Gerbstoff. C. sanguinea L., der rothe Hartriegel, gemeiner Hornstrauch (Fig. 402). Die



Fig. 402. Cornus sanguinea. a Blüthenstand ($^1/_2$ nat. Gr.); b Einzelblüthe (nat. Gr.).

weißen Blüthen erscheinen im Juni in flachen Trugdolden an der Spitze beblätterter End- und Seitentriebe und tragen auf dem Scheitel des Fruchtknotens eine Honigscheibe; die erbsengroßen, runden, schwarzen Früchte reifen im October; die beiderseits grünen Blätter sind eiförmig, am Rande etwas wellig mit stark vortretendem, fiedrigem Geäder (Fig. 182 c). Dieser $1^1/_2$—3 m hohe Strauch ist über ganz Europa und das nördliche Asien verbreitet, vermehrt sich durch Wurzelschößlinge und natürliche Absenker, wächst aber nur langsam. Das Holz ist hart und zähe, und wird daher zu Lad- und Peitschenstöcken, sowie zu Maschinenstücken sehr geschätzt. C. alba L., der weiße Hartriegel. Beeren und Blüthen weiß, Blätter (Fig. 182 b) unterseits weiß behaart; Zweige ganz roth. Zierstrauch aus Canada und Sibirien. C. suecica L. Krautartig, mit purpurrothen Blüthen

und cochenillerothen Beeren. In Deutschland sehr selten (Holstein, Oldenburg, Ostfriesland), häufig in Schweden und Norwegen.

Parasiten auf Cornus sanguinea: Kapnodium Corni; Erysiphe tortilis Lk.

Ordnung: Loranthaceae.

Viscum album L., die gemeine Mistel, Druidenmistel (XXII. 1). Chlorophyllhaltiger Schmarotzer auf der großen Mehrzahl unserer Laub- und Nadelhölzer, in verschiedenen Gegenden verschiedene Baumarten als Wohnsitz bevorzugend. Besonders üppig und großblättrig entwickelt sie sich auf Schwarzpappeln, schmächtig und schmalblättrig meist auf Kiefern. Die Mistel wächst sehr langsam, gabelästig (Fig. 35; 128; 154), indem sich jährlich nur ein Stengelglied mit 2 gegenständigen, immergrünen Blättern ausbildet. Die gelblich-grünen Blätter sind endständig, sitzend. Die weiße, im Winter reifende Beere enthält innerhalb eines zähen Schleimes (Viscin), aus welchem Vogelleim gekocht wird, ein ziemlich großes Samenkorn mit 1—2, in seltenen Fällen sogar 3 Keimen. Die Samen der auf Nadelhölzern erwachsenen Misteln sollen nur einen, die von Laubhölzern mehrere Keime enthalten.[1]) Auf mit starker Borke bedeckten Aesten verkümmern die Mistelkeime, weshalb Bäume, die erst spät Borke bilden, der Mistel einen besonders günstigen Boden bieten. Da die Mistel keinen Kork bildet, erhält sich die Epidermis der Zweige viele Jahre, wobei die Cuticula an Stärke zunimmt (Fig. 37; 38). Das bloße Entfernen der Mistelbüsche genügt nicht, da, wie oben erwähnt, durch Wurzelsprossung immer wieder neue Pflanzen erzeugt werden. Bemerkenswerth ist, daß nicht nur die Blätter und Stengel, sowie die in der etwas pelluciden Beere eingeschlossenen Samen gelbgrün sind, sondern auch die Wurzeln neben Stärke und Viscin Chlorophyll enthalten. V. oxycedri Dec. In Südeuropa, bildet zarte, dichte, 2—5 cm hohe Rasen auf Juniperus oxycedrus L., mit äußerst fein zertheilten, unregelmäßig verlaufenden Wurzeln. **Loranthus** L., Riemenblume (XXII. 6). Kelch mit 6zähnigem Rande, Krone meist 6theilig. L. europaeus L., gemeine Riemenblume, schmarotzt auf Quercus cerris, pubescens etc., in Oesterreich, Mähren, Böhmen, in südlicheren Ländern auch auf Castanea vesca. Blätter sommergrün, gestielt, länglich- bis verkehrt-eiförmig, stumpf; Blüthen grünlich, in Trauben; Beeren gelblich. Bildet Korkrinde.

Ordnung: Hamamelideae.

Hamamelis virginica L., die virginische Zaubernuß. Ein Zierstrauch aus Nordamerika mit verkehrt-eirundlichen Blättern, 4lappigem Kelch und vier Kronenblättern, der Ende September blüht und im folgenden Sommer reift. Frucht eine lederartige 2fächrige Kapsel mit braunglänzenden Samen.

---

[1]) Solms-Laubach l. c. 605.

Classe: Corniculatae, Gehörntfrüchtige.

Pflanzen mit abwechselnden oder gegenständigen, bald einfachen, bald zusammengesetzten Blättern, perigynischen oder epigynischen, seltener hypogynischen Blüthen, Staubfäden oft in doppeltem Kreise, gleichzähligen, von einem Carpell gebildeten Fruchtknoten, zahlreichen Samen mit einem orthotropen Embryo in der Axe des Endosperms.

Ordnung: Crassulaceae, Dickblattgewächse.

Bryophyllum calycinum Salisb., Zimmerpflanze aus dem tropischen Asien, deren fleischige Blätter auf Verletzungen Adventivknospen erzeugen. **Sedum** acre L., S. sexangulare L., S. Telephium L., die fette Henne, waren früher, wie auch **Sempervivum** tectorum L., der Hauslauch, officinell.

Ordnung: Saxifrageae, Steinbrechgewächse.

Saxifraga L., Steinbrech (X. 2), besetzt in verschiedenen Arten, welche meist reich und zierlich blühende, dichte Rasen bilden, die Felsen der Alpen und Voralpen. S. Burseriana L., S. Aïzoon Jacq., caesia L. u. a. S. granulata L., der gemeine Steinbrech, ♃, mit knollig kornigen Wurzeln, ist auf Wiesen gemein. **Chrysoplenium** alternifolium L., das Milzkraut, Goldmilz, ♃, mit goldgrünen Kelchblättern, fast überall an schattigen Quellen in Laubwäldern; seltener ist Chr. oppositifolium L., mit gegenständigen Blättern, an ähnlichen Orten. **Parnassia** palustris L., das Sumpf-Herzblatt, mit großen, weißen Kronen.

Ordnung: Ribesiaceae.

Sträucher mit 2 unterständigen Fruchtknoten, 5zähligen Blüthen in Trauben, 3—5lappigen Blättern. Frucht eine Beere. **Ribes** rubrum L., die Johannisbeere, stachellos, mit kurzen, eiförmigen Deckblättern, hangenden Trauben rother oder (in Cultur) weißer Beeren (Fig. 232). R. nigrum L., die schwarze Johannisbeere, Wanzbeere. Blattunterseite drüsig punktirt. Die Blätter und (schwarzen) Beeren von widrigem Geruch. R. alpinum L., die Alpen-Johannisbeere, mit aufrechten Trauben und rothen Beeren. R. grossularia L., die Stachelbeere. Mit Periblem-Stacheln. Beeren entweder kahl oder zottig-behaart (R. uva crispi L.) oder drüsig-borstig (R. glandulosa-setosum Koch). In Wäldern Deutschlands verwildert, angebaut in zahllosen Spielarten. Um der Blüthen willen cultivirt man in Anlagen die nordamerikanische Species R. aureum Pursh mit goldgelben, und R. sanguineum Pursh mit rothen Blüthen.

Parasiten an den Blättern der Ribes-Arten: Teleutosporen von Puccinia Ribis Dec. (Uredo unbekannt); Aecidium Grossulariae Dec. (ob zu Pucc. Ribis gehörig?).

Gloeosporium M. & Desm. (braune Flecken) und Kalokladia (Erysiphe) grossulariae Lév. an den Stachelbeerblättern. Vermicularia Grossulariae Fckl., an den halbreifen Früchten kleine, braune Flecken mit dunkel-olivenbraunen, behaarten Wärzchen (Stromata); Sphaerotheca mors uvae Berk. & Curt.; Depazea ribicola Fr. (weiße, rothgesäumte Flecken). An Blättern und Früchten von R. rubrum: Septoria Ribis Desm.; von R. rubrum, nigrum, alpinum: Caeoma Ribesii Lk. (unterseits große, staubige Orangeflecken).

Classe: Polykarpicae.

Zahlreiche getrennte, selten nur ein Fruchtknoten, aus denen eine bald kapselartige, bald Beerenfrucht, seltener Steinfrucht hervorgeht.

Ordnung: Myristiceae.

Myristica moschata Thunb. (M. fragoens L.), der Muskatnußbaum. Diöcisch, mit einfachem Perigon, 3—18 Staubfäden zu einem Bündel verwachsen. Wächst ursprünglich auf den Molukken wild. Die Frucht (Fig. 283) hat die Größe eines Pfirsichs und enthält unter einer fleischigen Hülle einen hartschaligen Samen, dessen aromatischer Kern unter dem Namen Muskat- oder Macisnuß in den Handel kommt. Der Same ist unter dem Perikarp noch mit einem unregelmäßig zerschlitzten (durchbrochenen) Samenmantel (Arillus) umgeben, welcher gleichfalls als Gewürz dient (Muskatblüthe, Macis). Der Same enthält einen kleinen Embryo und ein großes Endosperm, welches marmorirt erscheint, indem die braune Samenschale Fortsätze ihrer Innenschicht in das zerklüftete Albumen hineinsendet.

Ordnung: Anonaceae.

Tropische Holzpflanzen mit aromatischen Früchten und zerklüftetem Albumen.

Anona squamosa L. und A. muricata L. sind in den Tropen überall verbreitet und werden daselbst wegen ihrer großen, fleischigen Fruchtkörper (Synkarpium) von aromatischem Duft und angenehmem Geschmack sehr geschätzt.

Ordnung: Magnoliaceae.

Holzgewächse mit einfachen Blättern, mit Nebenblättern (Fig. 186), 3 quirligen Kelchblättern, 6 oder vielen dachigen Kronenblättern, zahlreichen Staubgefäßen und Fruchtknoten. Same mit Endosperm. Quasi baumförmige Ranunculaceen. Hierher gehören verschiedene Bäume mit großen Blüthen, welche ihrer Schönheit wegen öfter in Parkanlagen angetroffen werden. **Magnolia** tripetala L., M. acuminata L. **Liriodendron** tulipiferum L., der Tulpenbaum (Fig. 403), alle drei aus Nordamerika. **Ilicium** anisatum L. in China und Japan. Früchte officinell als „Sternanis“.



Fig. 403. Liriodendron tulipiferum. Blüthenstand ($^1/_2$ nat. Gr.): a Fruchtknoten; b Staubblätter; c Krone; d Kelch.

Ordnung: **Ranunculaceae.**

3—6 (5) oft kronenartige Kelchblätter. Corolle drei= bis vielblättrig, fehlt bisweilen ganz oder wird durch eine Nebenkrone ersetzt. Staubblätter in großer Zahl vorhanden, entweder spiralig oder in mehreren abwechselnden Quirlen. Fruchtknoten meist zahlreich spiralig oder in Wirteln. Same mit Eiweiß. Die



Fig. 404. Trollius europaeus L. a Fruchtstand; b Fruchthülle; c, d, e Same; f Längsschnitt: α Embryo, β Endosperm; g isolirter Embryo.

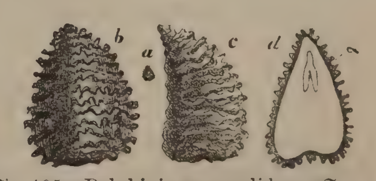


Fig. 405. Delphinium consolida. a Samen (nat. Gr.); b, c dgl. vgr.; d Längsschnitt α Embryo.

Samenknospen stehen an der Längsnaht des Fruchtblatts (Fig. 404 b). Same mit Endosperm (Fig. 405 d). Krautartig, ☉ oder ♃, oder kletternde Sträucher.

a. **Clematideae.** Knospenlage klappig, Krone fehlend. **Clematis** Vitalba L.,

die Waldrebe (XIII.). Mit einfachem, weißem Perigon, zahlreichen Staubblättern und Fruchtknoten, deren jeder eine hangende, anatrope Samenknospe enthält. Früchte geschwänzt. Eine in Gebüschen und Zäunen häufige Kletterpflanze, mit gefiederten (gewöhnlich 5zähligen) Blättern, deren weiße Blüthen große Trugdolden bilden. Cl. viticella L., die Italienische Waldrebe, mit violetten Kelchblättern, klettert 2 m hoch. Cl. recta L., die steife Waldrebe (Fig. 260), klettert nicht; ihre Blüthen bilden rispige Trugdolden. Meist 7 Fiederblättchen. Cl. integrifolia L., mit einfachen, eiförmigen Blättern. **Atragene** alpina L., die Alpenrebe, ist der vorigen verwandt; ihre Blätter sind doppelt- bis dreizählig gefiedert, die großen, hellvioletten Blüthen stehen einzeln. In den Alpen und Sibirien.

b. **Anemoneae.** Knospenlage dachziegelförmig. **Anemone** Pulsatilla L., die Küchenschelle, ♃, blüht im ersten Frühlinge auf trockenen, sonnigen Anhöhen. A. hepatica L. (Hepatica triloba Gil.), das Leberblümchen, mit blauen, A. nemorosa L. mit weißen, außen röthlichen Blüthen und A. ranunculoides L. mit gelben Blüthen, treten an schattigen Orten, unter Gebüsch ꝛc. auf. **Thalictrum** aquilegifolium L., die Wiesenraute, ♃, hat doppelt- bis 3fach gefiederte Blätter, grünliche, hinfällige Perigonblättchen und lila oder violette Staubfäden. Der Blüthenstand bildet große Trugdolden. Auf Waldwiesen, in Gebüschen ꝛc. **Ranunculus** L., Hahnenfuß. Mit Kelch und Krone, beide fünfzählig. Die Arten dieser Gattung sind sehr zahlreich, und finden sich auf den verschiedensten Standorten in und am Wasser, in Sümpfen, auf Wiesen und Feldern. In Laubwäldern an feuchten Stellen treten besonders häufig auf R. lanuginosus L., der wollige Hahnenfuß, ♃, mit wollhaarig-weichen Blättern und Stengeln und großen, goldgelben Blüthen. R. polyanthemus L., der Wald-Hahnenfuß, ♃, hat gefurchte Blüthenstiele, rauhhaarigen Stengel, 3—5lappige, gespaltene Wurzelblätter, große Blüthen und einen borsthaarigen Fruchtboden. Die meisten Arten sind mehr oder minder giftig, oder doch scharf; vornehmlich gilt dies von dem in Sümpfen und an Gräben wachsenden Gift-Hahnenfuß, R. sceleratus L., mit kleiner, hellgelber Krone und zurückgeschlagenem Kelch, hohlem Stengel und Honiggrübchen ohne Schuppe.

c. **Helleboreae.** **Helleborus** niger L., Nieswurz, Schneerose (blüht bisweilen schon um Weihnacht). Eine Giftpflanze (Helleborin) in Wäldern Süddeutschlands, mit 5 weißen oder röthlichen Kelchblättern; die grünlich-gelben Kronenblätter sind kürzer, als die Staubgefäße, der Stengel blattlos, 1—2blüthig. **Akonitum,** der Sturmhut, ist ausgezeichnet durch den helmförmigen, blumenblattartigen, blauen (A. napellus L.) oder gelben (A. lykoktomum L.) oder auch blau und weiß gescheckten Kelch der meist lange Trauben bildenden Blüthen. Von den 8 Kronenblättern bleiben 6 rudimentär, die 2 hinteren bilden gestielte Nektarien. Die Arten finden sich in gebirgigen Waldungen meist an feuchten Stellen, besonders häufig auf den Alpen, und führen in allen ihren Theilen das giftige Akonitin. **Delphinium,** der Rittersporn. Das hintere Kelchblatt ist in einen Sporn verlängert. **Trollius** europaeus L., die Trollblume, ♃ (Fig. 404),

mit kuglig-zusammenschließendem, goldgelbem Kelche, der an Größe die Blumenkrone übertrifft.

d. **Paeonieae.** Kelch 5blättrig und Krone flach, bisweilen theilweise fehlend. Staubbeutel nach innen aufspringend. **Actaea** spicata L., das Christophskraut, hat eine eiförmige, weiße Blüthentraube und schwarze Beeren und findet sich in schattigen Laubwäldern an frischen, feuchten Stellen. **Paeonia** officinalis L., die rothe Pfingstrose, ♃, aus Süd-Europa und P. arborea Don., die strauchartige Pfingstrose, aus China, werden um ihrer großen, rothen Blüthen willen häufig in den Gärten gezogen.

Ordnung: Berberideae, Berberitzen.

Blüthen vollständig. Kronen- und Staubblätter in je 2, Kelchblätter oft in 3 Cyclen angeordnet. Die (reizbaren) Staubbeutel meist mit 2 Klappen aufspringend. Die Frucht ist beeren- oder kapselartig, einfächrig, mit 1—9 eiweißhaltigen Samen (Fig. 304).

Berberis vulgaris L., die Berberitze, der Sauerdorn (VI. 1). Dieser 2—3 m hohe Strauch findet sich häufig an Waldsäumen und in Hecken; ist in Süddeutschland heimisch; blüht im Mai. Die übelriechenden, gelben Blüthen haben 2 × 3 Kelch- und 2 × 3 Kronenblätter, letztere am Grunde mit 2 Drüsen, und bilden einfache, reiche Trauben (Fig. 304; 406). Die länglichen, hochrothen, 1—2samigen Beeren reifen im Herbst, schmecken von freier Aepfelsäure angenehm säuerlich und werden theils eingemacht gegessen, theils ihr Saft wie Citronensaft verwendet. Die Blätter stehen in Büscheln, sind einfach, verkehrt-eiförmig, an der Basis keilförmig, gewimpert-gesägt. An üppigen Schößlngen finden sich statt der Blätter Dornen, aus deren Achseln Kurztriebe mit Laubblättern und Blüthentrauben hervortreten. Die Wurzel und das sehr harte Holz sind schön citronengelb (Berberin); erstere wird als gelber Farbstoff benutzt und letzteres zu feinen Drechslerarbeiten. B. canadensis Pursh mit kürzeren Blüthentrauben und ausgerandeten Kronenblättern, aus Nordamerika, wird, wie B. makrophylla u. a. Arten, als Zierstrauch häufig angepflanzt. **Mahonia** (Berberis) Aquifolium Nutt. und M. fascicularis Sims., zwei schöne Ziersträucher mit unpaarig gefiederten, lederharten, wintergrünen Blättern, gelben Blüthen und blauduftigen Beeren mit 3—9 Samen, finden sich häufig in Gärten. **Epimedium** alpinum L., die Alpensocke (IV. 1), hat einen 4blättrigen Kelch und 4 blutrothe Kronenblätter, welche am Grunde ein spornartiges, gelbliches Anhängsel (Nektarium) bilden. Der Stengel trägt ein doppelt-dreizähliges Laubblatt, die Blüthenaxe ist drüsig-behaart.

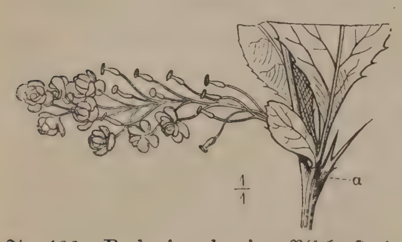


Fig. 406. Berberis vulgaris. Blüthenstand. a Dorn.

Parasiten: An Blättern und Beeren: Aecidium Berberidis (Fig. 317), die Becherform des heteröcischen Weizenrost Puccinia graminis. In Preußen ist daher der Anbau der Berberitze auf 100 m Entfernung von Culturfeldern untersagt. An Mahonia sind bisweilen die Beeren, nicht die lederharten Blätter, mit Aecidium (Berberidis?) besetzt. Kalokladia Berberidis Lév. an den Blättern von B. vulgaris.

Classe: Rhoeadeae.

Ordnung: Papaveraceae.

Milchsaft führende Pflanzen. Blüthe regelmäßig, Kelch, Krone und Staubblätter in je 2 Kreisen, letztere in jedem Kreise zahlreich. Fruchtknoten aus zwei oder mehreren Carpellen mit wenig eingeschlagenen Scheidewänden bestehend. An den Carpellrändern zahlreiche Samenknospen.

Papaver somniferium L., der Gartenmohn (XIII. 1), ⊙. Die Samen liefern Speise- und Maleröl, die unreifen Kapseln (durch Einschnitte) Opium, den eingedickten Milchsaft. Frucht eine Porenkapsel mit falschen Kammern (Fig. 294). P. Rhoeas L., der Feldmohn, unter der Saat. **Chelidonium** majus L., das Schöllkraut. Frucht mit 2 Carpellen; die Pflanze enthält in allen Theilen einen ätzenden, gelben Milchsaft. Auf Schutthaufen, bebauten Orten. **Corydalis** cava Schw. et K., der hohle Lerchensporn, mit hohler Knolle und reicher Traube. C. fabacea Pers. (intermedia P. M. E.) mit solider Knolle, wenig blüthiger Traube. Beide Anzeiger eines humosen Bodens in Laubwäldern, Gebüschen.

Ordnung: Cruciferae.

Kelch und Krone vierblättrig; 6 Staubblätter: 4 längere, 2 (untere) kürzere (tetradynamisch); Frucht eine ein- oder mehrsamige Schote (Schötchen) mit „falscher" (nicht durch die Capellränder gebildeter) Scheidewand, welche von der Basis her aufspringt (Fig. 292). Je nach der Art, wie sich die Radicula des Embryo den Kotyledonen anlegt, unterscheidet man 1. Pleurorhizae, o=, wenn das Würzelchen seitlich an der Fuge der Kotyledonen liegt (Fig. 407); 2. Notorhizae, o||, wenn das Würzelchen am Rücken des einen Kotyledons liegt (Fig. 408); 3. Orthoplaceae, o>>, wenn es in der von den eingeschlagenen Kotyledonen gebildeten Falte liegt (Fig. 409); 4. Spirolobeae, o||||, wenn das Würzelchen den spiralig gewundenen Kotyledonen anliegt (Fig. 410). Je nachdem die Scheidewand dem größten Breitendurchmesser folgt oder dem kleinsten, nennt man die Schote latisept oder angustisept. In die Ordnung der Cruciferen gehören viele (meist ⊙ und ⊙) Gemüse- und sonstige Nutzpflanzen; z. B. **Isatis** tinctoria L., der Waid, findet sich hier und da in Deutschland und enthält einen mit dem Indigo übereinstimmenden blauen Farbstoff, weshalb er zum Blaufärben angewendet wird. **Armoracia** rusticana Lam., der Meerrettig, wächst in ganz Deutschland auf etwas feuchten Wiesen, wird aber auch seiner Wurzeln

wegen, die als Zugemüse gegessen werden, häufig angepflanzt. **Lepidium** sativum L., die Gartenkresse, stammt aus dem Orient, wird aber als Küchengewürz häufig in Gärten angebaut. **Camelina** sativa Cr. der Leindotter, wird hier und da der Samen halber cultivirt, welche in reichlicher Menge ein fettes, zum Brennen und Kochen brauchbares Oel enthalten. **Brassica** L., Kohl. Diese Gattung liefert uns in ihren Arten, welche sich durch die Cultur zu einer Menge von Spielarten entwickelt haben, viele als Gemüse- und Oelpflanzen schätzbare Gewächse. Br. oleracea L., der Gartenkohl, wächst wild an den Seeküsten Englands und Frankreichs und wird in vielen Spielarten bei uns cultivirt. Der Stammform am meisten entspricht der Stauden- oder Baumkohl, welcher oft bis 2 m



Fig. 407. Iberis amara L. a, b Same; c dgl. im Profil, d, e dgl. ohne Hülle: α Radicula, β Kotyledonen.

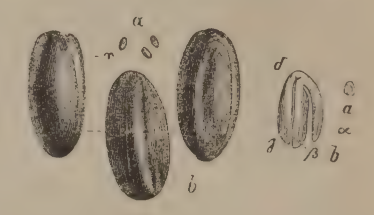


Fig. 408. Camelina sativa Crtz. a Same mit Hülle: r Radicula; b enthüllter Same: α Radicula, β, γ Kotyledonen, δ Vegetations-Punkt.



Fig. 409. Brassica Napus oleifera Dec. a, b Same von der Hülle befreit; c im Querschnitt: α Radicula, β, γ Kotyledonen.



Fig. 410. Bunias orientalis L. a, b Schötchen; c, d Same; e Längsschnitt: α Radicula, β, γ Keimblätter, δ Vegetations-Punkt.

hoch und ästig wird; außerdem stammen von dieser Art: der Winterkohl, die Kohlrabe, der Blumenkohl, Spargelkohl oder Broccoli, der Rosenkohl, Wirsing, das Weiß- und Rothkraut. Br. Rapa L., der Rübenkohl, die Blätter des ersten Jahres grün, häufig borstig, die eigentlichen Stengelblätter blaugrün, stengelumfassend; die Hauptaxe des Blüthenstands streckt sich erst nach dem Verblühen der einzelnen Blüthen, so daß die Blüthen während des Blühens eine Doldentraube bilden, die sich erst später zu einer Traube auflöst. Man unterscheidet zwei Hauptvarietäten, von denen die eine wegen ihrer dicken, fleischigen und eßbaren Wurzel, die andere, mit faseriger Wurzel, wegen der ölhaltigen Samen häufig cultivirt wird; zu ersterer gehören die weiße Rübe, Stoppelrübe,

bayrische Rübe; zu letzterer der Rübenreps oder Rübsen, welcher als Winter- und Sommersaat gebaut wird. Br. Napus L. = Br. campestris, der Raps, von dem vorigen dadurch unterschieden, daß schon die Blätter des ersten Jahres blaugrün und glatt sind, die eigentlichen Stengelblätter den Stengel nur halb umfassen, und die Axe des Blüthenstandes sich früher streckt, so daß die Blüthen schon während des Blühens eine Traube darstellen. Auch von diesem unterscheidet man zwei Hauptabarten: eine mit fleischiger, verdickter, und eine mit faseriger Wurzel; zu ersterer gehört die Bodenkohlrabe, Bodenrübe, Kohlrübe oder Dorsche, zu letzterer der Schnittkohl, dann der Kohlreps oder Kohl, welcher als Oelpflanze cultivirt wird, und von welchem man wieder Winter- und Sommerreps unterscheidet. Br. nigra Koch., der schwarze Senf, und **Sinapis** alba L., der weiße Senf, liefern in ihren gemahlenen Samen das grüne und gelbe Senfmehl, welches theils als Gewürz, theils als äußerliches Reizmittel angewendet wird. **Nasturtium** officinale L., die Brunnenkresse, wächst allenthalben in und an langsam fließenden Gewässern und Quellen, und wird als Salat oder Gemüse gegessen. **Raphanus** sativus L., der Rettig, ist ursprünglich in Asien zu Hause, wird aber seiner scharf schmeckenden, fleischigen Wurzel wegen häufig in verschiedenen Spielarten cultivirt. Endlich werden auch verschiedene Arten wegen des angenehmen Geruches ihrer Blüthen in Gärten gezogen, z. B. **Cheiranthus** Cheiri L., der Goldlack; **Mathiola** annua L., die Sommerlevkoje, und M. incana L., die Winterlevkoje, welche ursprünglich im südlichen Europa zu Hause sind. **Lunaria** rediviva, die Nachtviole, mit lila oder violetten Blüthen, großen latisepten Schötchen und herzförmigen Blättern, in feuchten, schattigen Laubwäldern zerstreut.

Ordnung: Capparideae.

Capparis spinosa L. (XIII.), der Kappernstrauch, mit zahlreichen (nicht tetradynamischen) Staubfäden, wächst an sonnigen, dürren Orten des südlichen Europas. Die in Essig eingemachten Blüthenknospen kommen unter dem Namen Kappern in den Handel.

Classe: Nelumbia.

Wassergewächse mit kriechendem Rhizom, großen schwimmenden Blättern.

Ordnung: Nymphaeaceae.

Hierher gehört außer den in unseren Seen häufig vorkommenden gelben und weißen Seerosen (**Nuphar** luteum Sm. und **Nymphaea** alba L.) auch die in neuester Zeit durch ihre außerordentliche Größe berühmt gewordene **Victoria** regia Lindl., welche in einigen Flüssen Südamerika's, namentlich Nebenflüssen des Amazonenstromes, wächst. Die schwimmenden, runden, oben glänzend grünen,

unten karminrothen und netzartig gegitterten Blätter haben bisweilen 2 m im Durchmesser, einen bis 15 cm hoch aufgebogenen Rand, und eine solche Tragfähigkeit, daß auf einem nicht besonders großen Blatte ein Kind von 3—4 Jahren sicher stehen kann, ohne daß das Blatt im Wasser untersinkt. Die wohlriechenden Blüthen sind rein weiß, in's Rosen- und Dunkelrothe verlaufend, und haben bis ½ m Durchmesser. Die Samen enthalten Endosperm und Perisperma. **Nelumbium** speciosum, die Lotosblume, in Aegypten und Asien.

Classe: Parietales.

Ordnung: Cistineae.

Kleine Sträucher oder Halbsträucher mit in der Regel 5zähligen Blüthen, zahlreichen Staubblättern, endospermhaltigen Samen im 1—3fächrigen Fruchtknoten.

Cistus L., die Cistrose (XIII.). Verschiedene Arten des südlichen Europas liefern das Ladanum-Harz. Aehnliche kleine Halbsträucher, von denen mehrere Arten bei uns vorkommen, enthält die Gattung **Helianthemum** Tournef., Sonnenröschen.

Ordnung: Droseraceae, Sonnenthaue.

Insecten consumirende Pflanzen mit 5 Kelch- und Kronenblättern, 5—20 Staubblättern und einem einfächrigen Fruchtknoten. Die Blätter mit drüsigen Emergenzen, welche zum Theil reizbar sind (Drosera) und dadurch oder durch klebrige Ausscheidungen (Drosophyllum), wie andere Gattungen durch Reizbarkeit des Blattes selbst (Dionaea, Aldrovanda) oder noch durch andere mechanische Einrichtungen zum Insectenfang disponirt sind.

Drosera rotundifolia L., der rundblättrige Sonnenthau. Die langgestielten, runden Wurzelblätter sind am Rande und auf der Oberseite mit gefäßführenden, reizbaren Drüsenanhängen besetzt, welche sich bei Berührung convergirend nach innen krümmen, den berührenden Gegenstand festhalten (Fig. 106) und bezw. aussaugen; wächst, wie D. longifolia Rchb., mit lanzettlich-spatelförmigen Blättern, auf moorigen, feuchten Stellen. **Drosophyllum** lusitanicum Lk., in Lusitanien, fesselt auftreffende Insecten durch Klebdrüsen, saugt sie mittelst eines Secrets anderer Drüsen aus (S. 329). **Dionaea** muscipula L., die Venus-Fliegenfalle, in Nordamerika. Die dornig gewimperten Blatthälften klappen auf Reiz heftig zusammen, worauf die dem Blatte aufsitzenden Drüsen zu secerniren beginnen. Aehnlich fungiren die quirlständigen, schwimmenden Blätter von **Aldrovanda** vesiculosa L., einer in Ober-Italien und Ost-Frankreich heimischen Wasserpflanze.

Ordnung: Nepentheae.

Im tropischen Asien und Polynesien heimische Sumpfpflanzen mit diöcischen Blüthen und wechselständigen Blättern, deren zur „Kanne" (Fig. 108) erweiterter Blattstiel eine Flüssigkeit secernirt (S. 330), welche stickstoffhaltige Körper (Insecten ꝛc.) aufzulösen vermag. **Nepenthes** destillatoria L. auf Zeylon.

Ordnung: Violariae.

Kelch und Krone 5blättrig; 5 Staubgefäße; Fruchtknoten 3fächrig. Kapsel loculicid (Fig. 411). Das untere Fruchtblatt in einen Sporn verlängert, welcher den von den Anhängseln von 2 der Staubgefäße ausgeschiedene Nectar aufsammelt, auch die Kelchblätter am Grunde mit Anhängseln.



Fig. 411. Viola tricolor L. a 3klappige Kapsel, auf der Mitte die Samen tragend, b, c Same.

Viola sylvatica Fr., das Waldveilchen, mit länglicher, kahler Kapsel, lineal-lanzettlichen, gefransten Nebenblättern und hellvioletter Krone und Sporn, in Laubwäldern nicht selten; an schattigeren Stellen tritt die Abart V.-s. Riviniana Rchb. auf, mit rundlicheren Blättern, hellblauer Krone und weißlichem Sporn. In trockenen Nadelwäldern, auf sandigem Boden findet man V. arenaria Dec., das Sandveilchen, mit blaßlila Krone und feinhaariger, eiförmiger Kapsel. V. canina L., das Hundsveilchen, mit himmelblauer Krone, weißem oder gelblichem Sporn und herzförmig-länglichen Blättern, kommt gleichfalls in Wäldern und Gebüschen häufig vor.

Classe: Peponiferae.

Ordnung: Cucurbitaceae, Kürbisgewächse.

Meist rankende Gewächse mit regelmäßigen 5gliedrigen Blüthen. Frucht eine oft sehr große Beere mit zahlreichen endospermfreien Samen.

Cucurbita Pepo L., der Kürbis (XXI.), stammt aus Indien; in wärmeren Gegenden in vielen Spielarten gebaut; die Früchte als Viehfutter benutzt; die Samen auf Brennöl ausgebeutet. **Cucumis** sativus L., die Gurke, stammt wahrscheinlich aus dem Orient, wird aber bei uns der Früchte wegen cultivirt, welche unreif als Salat genossen werden. C. Melo L., die Melone, stammt aus Asien, wegen ihrer großen, wohlschmeckenden Früchte häufig und in zahlreichen Spielarten angebaut. **Citrullus** vulgaris L., die Wassermelone, ist in Süd-Europa zu Hause. Die großen, runden Früchte werden im südlichen Europa theils roh, theils gebraten gegessen. C. colocynthis Schrad., die Coloquinte, im Orient; die Früchte sind officinell. **Bryonia** alba L., die Zaunrübe. Kletternder

Strauch, monöcisch, mit kleiner, weißlicher Blüthe, 3fächriger, schwarzer Beere, in jedem Fach 2 Samenanlagen. Blätter herzförmig, etwas 5lappig. B. dioica Jacq., diöcisch, mit rothen Beeren. Beide in Gebüschen und Hecken; auch angepflanzt. Die im frischen Zustande scharfe und emetische Wurzel (Bryonin) ist officinell.

Classe: Caryophyllinae, Nelkenartige.

Ordnung: Caryophyllaceae.

Kelch und Krone 4—5zählig, Blätter meist gegenständig. Staubgefäße in der Regel doppelt so viel, als Kronenblätter. Fruchtknoten mit centralem oder basalständigem, ein- bis vielsamigem Fruchtträger.

1. **Alsineae,** mit freiblättrigem Kelch, vielsamiger Kapsel. **Alsine. Stellaria** media L., die Vogelmiere (X. 3), ⊙. Pflänzchen mit niederliegendem Stamm und kleinen, weißen Blüthen, blüht fast das ganze Jahr hindurch und ist über die ganze Erde verbreitet. St. holostea L., die Sternmiere, mit 4kantigem Stengel, großen, weißen, bis zur Mitte 2spaltigen Kronenblättern, sowie St. nemorum, die Hainmiere, mit weichhaarigem und drüsigem Stengel und herzförmigen Blättern; in feuchten, schattigen Laubwäldern, Gebüschen ꝛc. häufig. Auf sumpfigem Waldboden St. uliginosa Murr., die Sumpfmiere, mit länglichen Blättern und tieftheiligen, weißen Kronenblättern. **Moehringia** trinervia Clairv., ⊙ und ⊙, mit spitzen, die weißen Kronenblätter überragenden Kelchblättern und eiförmigen, spitzen, meist dreinervigen Laubblättern; kommt in schattigen Laubwäldern, Gebüschen ꝛc. häufig vor. **Arenaria. Cerastium.**

2. **Sileneae,** mit verwachsenblättrigem Kelche, 10 Staubgefäßen und vielsamiger Kapsel. **Dianthus. Lychnis. Melandryum. Silene. Agrostemma.**

3. **Paronychiaceae,** mit meist einsamiger Frucht und oft verkümmerter Krone. **Skleranthus. Herniaria. Corrigiola.**

Classe: Columniferae.

Ordnung: Malvaceae.

Kelch 5klappig, bisweilen ein Außenkelch vorhanden. Krone 5blättrig. Staubgefäße zahlreich, monadelphisch; Früchte in einsamige Merikarpien zerfallend (Fig. 412).

Althaea officinalis L., der Eibisch (XVI. 6). Hier und da in Deutschland wild, um seiner langen, weißen, schleimigen Wurzel halber, sowie A. rosea L., die Stockmalve, aus dem Orient, in vielen Farbennüancen als Gartenzierpflanze und zum Färben des Weins angebaut. **Malva** sylvestris L., die

Roßmalve, mit 3blättriger Hülle, netzadrigen, kahlen und glatten Früchtchen, rosenrothen, purpuradrigen Blüthen, und M. vulgaris Fr. (neglecta Wallr.) mit glatten Früchtchen. Blätter und Blüthen beider officinell. **Gossypium** herbaceum L., in Aegypten, G. arboreum L. und religiosum L., in Ostindien, barbadense L., in Westindien, hirsutum L. und peruvianum Cav., in Amerika, die Baumwollenstauden (XVI.), werden in allen warmen Ländern der 2—5 cm langen, biegsamen Samenhaare („Baumwolle") halber angebaut. Die Kapsel ist wallnußgroß (Fig. 92).



Fig. 412. Malva vulgaris. a Schizokarp, vom Kelch umhüllt; b Merikarp; c Same.

Ordnung: Sterculiaceae.

Adansonia digitata L., der Affenbrodbaum oder Baobab, ein colossaler Baum im tropischen Afrika, dessen Stamm meist nur 3,5—4,5 m hoch ist, aber einen Durchmesser bis zu 12 m hat, sich dann in viele 16—20 m lange Aeste theilt, deren mittlere aufrecht stehen, die äußeren sich wagerecht ausbreiten. Die Blätter sind gefingert; die Früchte, von der Größe und Gestalt einer Melone, werden gegessen. Ueber einen noch weit größeren Baum, **Eriodendron** Samaüma Dec., am Rio branco in Brasilien, berichtet der Reisende G. Wallis. Die Krone dieses Baumes soll 64 m Durchmesser haben und, regelmäßig ausgebreitet, eine entsprechend große Bodenfläche beschatten. Die Hauptäste, nach allen Richtungen horizontal erstreckt, sollen stärker, als mancher Eichbaum, sein. **Theobroma** Cacao L., der Cacaobaum, im tropischen Amerika. Die zur Bereitung der Chocolade dienenden (auch officinellen) Samen („Cacaobohnen") enthalten neben festem Fett das Alkaloid Theobromin ($C_7 H_8 N_4 O_2$), welche ähnlich wie das Coffeïn anregend auf das Nervensystem wirkt, nur schwächer.

Ordnung: Tiliaceae.

Vier bis fünf Blumenblätter wechseln mit eben so vielen in der Knospenlage klappigen, hinfälligen Kelchblättern; Staubblätter in 2 Kreisen, hypogyn, durch Spaltung aus 5 oder 10 zahlreich, frei oder vielbrüderig, die innersten oft zu kronenblattähnlichen Staminodien (Fig. 267) umgebildet. Fruchtknoten 4—10-(meist 5) fächerig, in jedem Fache mit zwei oder mehr centralständigen Samenknospen; die Blätter mit Nebenblättern. Knospenschuppen mit Gummigängen (Fig. 82).

Tilia L., Linde (XIII. 1). In diese Gattung gehören Bäume erster Größe, deren Blüthen langgestielte, mehrstrahlige Trugdolden bilden. Kelch und Blumenkrone sind 5blätterig, der Fruchtknoten 5fächerig, mit 2 Samenknospen in jedem Fache, und einem Griffel. Die Hauptaxe des Blüthenstandes ist mit der Mittelrippe eines großen Flügelblattes fast bis zur Mitte des letzteren verwachsen

(Fig. 158). Die Frucht bildet eine lederartige Nuß (Carcerulus), welche durch Fehlschlagen einfächerig und 1—2samig erscheint; der Same enthält einen ölhaltigen Eiweißkörper, welcher beim Keimen nebst der Samendecke von den tief eingeschnittenen Samenlappen (Fig. 198) über den Boden in die Höhe gehoben und ausgesaugt wird, worauf die Samendecke abfällt. Die Blätter sind rundlich, schief-herzförmig, spitz, einfach- oder doppelt-gesägt, wechselständig, die Knospen stumpf-eiförmig, sitzend, von sechs wechselständigen Schuppen eingehüllt, von denen aber nur zwei äußerlich sichtbar sind. Die Linné'sche Art T. europaea zerfällt in folgende 3 Arten:

T. grandifolia Ehrh. (pauciflora Hayn.), die Sommerlinde. Die Blätter oben und unten nahezu gleichfarbig-blaßgrün; unterseits weichhaarig und in den Rippenwinkeln mit einem Haarbüschel; Blattstiele kürzer als das Blatt und flaumhaarig. Blüthenstand aus 2—3 Blüthen; Lappen der Stempelmündung schließlich wagerecht abstehend. Die außen rothen Knospenschuppen und jungen Triebe weichhaarig; die Trugdolden 2-, 3blüthig; die Frucht deutlich 5rippig. T. parvifolia Ehrh., die Wald- oder Winterlinde, Steinlinde, Berglinde. Die Blätter oberseits dunkelgrün, unterseits unbehaart, bläulich-grün und glänzend, nur in den Rippenwinkeln mit einem Haarbüschel; die Blattstiele $1^1/_2$mal länger, als das Blatt. Die außen grünlich-braunen Knospenschuppen und die jungen Triebe unbehaart; die Trugdolden 5-, 7blüthig; Lappen der Stempelmündung aufrecht; die Frucht undeutlich 4—5kantig. Erstere blüht gegen Ende Juni, die Frucht reift im October und fliegt bald darauf ab; bleibt jedoch auch häufig den Winter über an den Bäumen hangen. Freistehende Bäume tragen meist schon mit dem 25. Jahre keimfähigen Samen, welcher oft erst ein Jahr nach der Aussaat im Frühjahre keimt. Die Kotyledonen sind breiter als lang, fünf- oder mehrspaltig (Fig. 198), die Primordialblätter eiförmig, zugespitzt, ungleich-gesägt, und am Grunde schief-herzförmig. Die junge Pflanze bleibt im ersten Jahre sehr klein. Die Rinde beharrt lange glatt, da erst spät Borkenbildung eintritt. Die Linde hat eine starke Pfahlwurzel mit sehr tief in den Boden gehenden Aesten, welche mit vielen schwachen, weit ausstreichenden Seitenwurzeln besetzt sind. Sie erreicht ein hohes Alter, so daß Linden von 800—1000 Jahren nicht besonders selten sind. Ihr Stamm zeigt dann meist auch eine sehr bedeutende Dicke. In Lithauen kennt man Linden mit 815 Jahresringen und 24 m Umfang; die Linde zu Neustadt am Kocher in Württemberg hat einen Stamm von 9,3 m Umfang; bei Staffelstein in Franken steht ein alter Baum, welcher 16 m Umfang hat. Die Linde liefert bei langer Dauer der Mutterstöcke sehr reichlichen und kräftigen Stockausschlag, vermehrt sich auch durch Wurzelbrut und Absenker. Ihr Vaterland ist Ungarn und das südöstliche Deutschland; im nördlichen Deutschland ist sie wohl nur cultivirt. In den südlichen Gebirgsgegenden Deutschlands ist sie sehr häufig, und steigt in den Alpen bis zu 1000 m auf; zieht aber im Allgemeinen Niederungen, Thäler und geschützte Lagen vor. Gegen Kälte ist sie auch in der Jugend ziemlich unempfindlich, weniger gegen Hitze und lange dauernde Trockenheit; sie liebt einen lockeren, feuchten Boden und ist Schatten ertragend. Das Holz eignet sich nicht

gut zur Feuerung, da seine Brennkraft sich zu der des Buchenholzes nur wie 68:100 verhält; ein Kubikmeter wiegt grün 740 kg, lufttrocken 455 kg (Nördlinger); dagegen eignet es sich wegen Feinheit der Textur, Weiche und weißer Farbe vortrefflich zu Möbeln, Bildschnitzer- und Drechslerarbeiten, sowie dessen Kohle zur Schießpulverfabrikation. Die Rinde liefert Bast zu Flechtwerken und zum Binden, die Samen ein sehr mildes, süßes Oel, die schwach aromatischen Blüthen reichliches Bienenfutter, welches von Drüsenhaaren an der Basis der Kelchblätter abgesondert wird, und einen harmlosen Thee. T. parvifolia Ehrh., die Winterlinde, kommt im Allgemeinen mit der vorigen überein, findet sich aber weiter nördlich und verträgt ein rauheres Klima; sie ist als Waldbaum besonders im östlichen Europa weit verbreitet, von wo aus sie sich über das mittlere und nördliche Europa, mit Ausnahme der hochnordischen Gegenden, ausdehnt, aber schon im südlichen Deutschland seltener wird; in den Alpen steigt sie nicht ganz so hoch auf, wie die vorige. Sie blüht 2—3 Wochen später, als die Sommerlinde, und um eben so viel später tritt auch die Samenreife ein; sie wächst langsamer, ihr Holz ist etwas fester und eignet sich daher auch besser zum Brennen. T. argentea Dec., die Silberlinde, mit silberweißer Unterseite der Blätter, findet sich in Ungarn, Griechenland und Kleinasien, kommt aber bei uns gut fort.

Außerdem werden neuerdings einige Arten aus Nordamerika in Europa häufig cultivirt, z. B. T. americana L., „Basswood"; T. heterophylla Vent. (T. alba Ait.), gleichfalls mit unterseits schneeweiß-filzigen Blättern, welche scharf gesägt sind. Frucht 5samig, schwach warzig, tief gefurcht; T. pubescens Ait. Letztere Art ähnelt der Sommerlinde, nur daß die Unterseite der gezähnten Blätter dichthaarig, die Trugdolden vielblüthig, die Früchte kuglig und beiderseits zugespitzt sind.

Corchorus olitorius L., C. depressus L. u. a. Arten liefern in ihrem Baste die „Jute".

Parasiten an Lindenblättern: **Fumago Tiliae Fr.** (Rußthau); **Askochyta Tiliae Lasch.** (die als **Erineum** und Nagelgallen bekannten abnormen Haarbildungen sind Gallen von Milben).

Ordnung: Ternstroemiaceae.

Bäume und Sträucher mit meist lederartigen Blättern, mehrfächerigem Fruchtknoten, zahlreichen Staubfäden. Hochblätter allmählig in den Kelch übergehend.

Thea chinensis L. (α. viridis; β. Bohea), der chinesische Thee, ein kleiner, 1—2 m hoher, ursprünglich in China und Japan heimischer Baum, dessen immergrüne, Theïn (= Coffeïn) enthaltende Blätter getrocknet und zusammengerollt als grüner und schwarzer Thee (je nach der Behandlung beim Trocknen) in den Handel kommen. Der grüne Thee ist bei gelinder Wärme (auf Eisenblechen), der schwarze Thee bei stärkerer Erhitzung getrocknet worden. **Camellia** japonica L., die Camellie, ein immergrüner Strauch oder kleiner Baum Japans, mit großen, rothen Blüthen. Zimmer-Zierpflanze in verschiedenen Spielarten.

Ordnung: Clusiaceae.

Bäume, seltener Sträucher, bisweilen (Cassytha) parasitisch kletternd, mit gegenständigen Blättern, vollständigen oder durch Abortus unvollkommenen Blüthen.

Garcinia Morella (Cambogia Gutta L.), der Gummiguttbaum, in Ostindien, liefert in seinem freiwillig ausfließenden oder durch Einschnitte gewonnenen Gummiharze das als gelbe Malerfarbe verwendete, früher auch officinelle Gummigutt.

Die Unterordnung der **Canellaceae** enthält die Species **Canella** alba Murr., ein 6—10 m großer Baum auf den Antillen, dessen Rinde eine Zimmtsorte liefert. Man schält die jüngeren Zweige zweimal jährlich, schabt die Oberhaut ab und steckt die dünnen Röhren zum Trocknen in einander.

Ordnung: Hypericineae, Hartheugewächse.

Kelch und Krone 5zählig. Staubblätter 3—5, jedes vielfach getheilt (Polyadelphia nach Linné, Cl. XVIII.). Fruchtknoten 3—5fächrig mit wandständigen Samenknospen. Blüthen gelb; Blätter decussirt, von zahlreichen Oeldrüsen durchscheinend punktirt.

Hypericum perforatum L., mit 2kantigem Stengel, lanzettlich-spitzen Kelchblättern. H. quadrangulum L. mit schwach 4kantigem, H. tetrapterum Fr. mit geflügelt 4kantigem, H. humifusum L. mit niederliegendem Stengel. In Laubwäldern und Gebüschen findet man häufig H. pulchrum L., H. montanum L. (mit schwarzpunktirten Blatträndern), H. hirsutum L., mit behaarten Blättern und Stengeln. H. calycinum L., ein wintergrüner Halbstrauch (Fig. 157) mit niederliegenden Aesten und bis 7 cm großen, goldgelben Blüthen.

Ordnung: Tamariscineae.

Blüthen in Aehren oder Trauben, zwittrig; Fruchtknoten meist 3theilig, einfächrig; Kapsel loculicid; Same mit Haarschopf, endospermfrei, wand- oder grundständig.

Myricaria germanica Desv. (Tamarix germanica L.), die deutsche Tamariske (V. 3), bildet einen Halbstrauch mit schlanken, aufrechten, glänzend-grau-braunen Zweigen, sehr kleinen, dicht anliegenden grau-grünen Blättern, und blaßröthlichen Blüthenähren oder Rispen; sie findet sich in den Alpen und an kiesigen Flußufern Süddeutschlands. Eine Varietät der französischen Tamariske, Tamarix gallica var. sinaica (T. mannifera Ehrenb.), die namentlich häufig auf dem Berge Sinai wächst, liefert durch den Stich einer Schildlaus (Coccus manniparus) einen zuckerartigen Stoff, die Manna der Israeliten (Manna tamariscina), welcher vom Regen gelöst in großen Tropfen abträufelt.

Classe: Hesperides.

Bäume und Sträucher mit meist zusammengesetzten Blättern.

Ordnung: Aurantiaceae.

Eine der schönsten Pflanzenfamilien, welche durchaus zierliche, immergrüne, im wilden Zustande häufig dornige Bäume und Sträucher enthält, und in den wärmeren Ländern der alten und neuen Welt cultivirt wird. Blätter mit durchscheinenden Oeldrüsen, unpaarig gefiedert; Kelch- und Kronenblätter meist 4—5; Staubblätter doppelt oder mehrfach so viele; Frucht eine Beere mit lederartiger Fruchtschale, die Fächer während der Reifung mit saftigem Zellgewebe erfüllt.

Citrus media L. (XVIII. 1), die Citrone, mit ungeflügelten Blattstielen; stammt aus Ostindien; man benutzt die Fruchtschale und Saft.

α. C. m. cedra, echte Citrone (Cedrate);
β. „ „ limonum, saure Citrone (Limone);
γ. „ „ limetta, süße Citrone (Limette).

C. Aurantium L., die Orange, Pomeranze, mit geflügelten Blattstielen, stammt wahrscheinlich aus China. Man benutzt die Blätter, Kronen (Oel), die reifen Früchte und das Oel der unreifen (Bergamottöl von C. bergamia).

α. C. A. dulcis, süße Pomeranze, Apfelsine;
β. „ „ amara, bittere Pomeranze;
γ. „ „ bergamia, Bergamotte.

Das Holz von Citrus ist sehr feinfaserig und blaßgelb.

Parasiten auf Citrus-Blättern: Kapnodium (Fumago Pers.) Citri B. et D. (Rußthau).

Ordnung: Cedrelaceae.

Blätter wechselständig, gefiedert. Kelch und Krone 4—5 blättrig. Staubblätter auf einem Discus befestigt, oft zu einer Röhre vereinigt. Fruchtknoten frei, 3—5 fächrig. Frucht eine septifrage Kapsel.

Swietenia Mahagoni L., im tropischen Amerika, liefert das Mahagoni- oder Acajou-Holz; **Soymida** febrifuga Juss., das Red-Wood, und **Oxleya** xanthoxyla Cunngh., in Australien, das Yellow-Wood. Das Holz von **Cedrela** wird als „Calicedrela-Wood" vielfach technisch benutzt.

Classe: Acera.

Bäume der Classe mit handförmig getheilten oder gefiederten Blättern. Blüthen vollständig; Kelch frei, Krone auf einem hypogynischen Discus, meist 5 zählig mit 5—10 Staubgefäßen; Fruchtknoten einfächrig, aus mehreren Fruchtblättern zusammengesetzt. Samen meist ohne Eiweiß. Kotyledonen blattartig (grün).

Ordnung: Acerinae, Ahornbäume.

Bäume mit oft zuckerreichem Frühjahrssaft; in den Zweigen ein bisweilen gefärbter Milchsaft. Kelch und die selten fehlende Blumenkrone 4-, 5-, 9blätterig, auf einer drüsigen Scheibe (Discus) befestigt und mit einander abwechselnd; 8, seltener 5—12 Staubblätter; Fruchtknoten 2lappig, 2fächerig mit 2 Samenknospen in jedem Fache, einem Griffel und zwei Stempeln. Die zweiflügelige Frucht (Schizokarpium) trennt sich bei der Reife in zwei nußartige, einsamige, geflügelte Früchtchen; die Blätter sind über's Kreuz gestellt, ohne Nebenblätter, und die Samenlappen zusammengerollt.

Acer L., Ahorn (VIII. 1). Kelch und Blumenkrone 5blätterig, meist acht Staubblätter. In einzelnen Blüthen verkümmert der Fruchtknoten, in welchem Falle die Staubblätter dann bedeutend länger werden, als in der normalen Zwitterblüthe; die Blüthen stehen in Trugdolden, Trauben oder Doldentrauben, die Blätter sind einfach, meist handförmig gelappt; die Knospen sind mehr oder



Fig. 413. Acer pseudo-platanus. a Spuren der Deckschuppen; b Knospenschuppen; c Blüthendeckblatt; d Fruchtknoten der Blüthe; e Zweig ($^1/_2$ nat. Gr.).

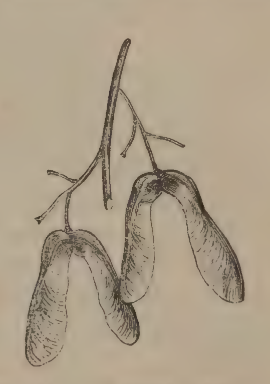


Fig. 414. Acer pseudo-platanus. Fragment des Fruchtstandes ($^1/_2$ nat. Gr.).

weniger kegelförmig, stumpf-vierkantig, bestehen aus 4—8 Paaren über's Kreuz gestellter Schuppen. Raschwüchsige Bäume erster und zweiter Größe, oder Sträucher, welche vorzüglich der nördlichen gemäßigten Zone eigen, und besonders häufig in Asien und Amerika sind. In Deutschland kommen nur 5 Arten vor:

A. Pseudo-platanus E., der gemeine oder weiße Ahorn, Bergahorn. Die Blätter (Fig. 183 c) sind handförmig-fünflappig, ungleich gekerbt-gesägt, oben etwas runzelig, auf der Unterseite matt und bläulich; die Knospenschuppen gelb-grün mit braunem Rande und fast schwarzer Spitze; die Blüthen (Diagramm Fig. 240 A) bilden lange, herabhangende Trauben (Fig. 413) und erscheinen im April oder Mai nach dem Ausbruche des Laubes; die Frucht reist im September, und fliegt noch in demselben Monate ab; die Nüßchen sind bauchig aufgetrieben, etwas eckig, und die Flügel stehen unter einem spitzen Winkel von einander ab, oder laufen fast parallel (Fig. 414); Samenpflanzen tragen selten

vor dem 40. Jahre keimfähigen Samen; Stockloden viel früher. Der im Herbst gesäete Same keimt im Mai, doch läßt sich derselbe ohne Verlust der Keimkraft bis zum nächsten Frühjahre aufheben, und keimt dann 5—6 Wochen nach der Aussaat. Die Samenlappen (Fig. 197) sind länglich-lanzettförmig, an der Spitze rundlich, die Primordialblätter ungelappt, eiförmig, zugespitzt, und doppelt-gesägt, mit schwach-herzförmiger Basis; ihre Oberfläche ist runzelig. Die junge Pflanze wird im ersten Jahre selten über 8—10 cm hoch, wächst aber dann ziemlich rasch; tiefer dringt die Pfahlwurzel, welche nur wenige kurze Faserwurzeln treibt, in den Boden. Später, etwa vom 10. Jahre an, bleibt die Hauptwurzel zurück, und die Seitenstränge erhalten das Uebergewicht; dasselbe findet schon früher statt, wenn die Pfahlwurzel auf Hindernisse stößt. Die Rinde ist grau und hat durch unregelmäßige Längs- und Querrisse ein schuppiges Ansehen. Der Bergahorn ist ein Baum erster Größe (im Hintersteiner Thal im Allgäu steht ein Baum, der ⅔ m über dem Boden 5,1 m Umfang hat), schlägt leicht vom Stocke aus; der Mutterstock ist aber nicht von langer Dauer. Er kommt in Europa hauptsächlich südlich vor, und erstreckt sich nicht weit über die nördlichen Grenzen Deutschlands hinaus; in Deutschland findet man ihn vorzüglich in den Gebirgen, aber nur selten in reinen Beständen. In den bayerischen Alpen steigt er bis zu 1600 m und als Strauch sogar bis zu 1850 m auf. Er scheint am besten auf Basaltboden zu gedeihen, wächst aber auch auf Kalk, Thonschiefer rc. gut, und gehört zu den Lichtpflanzen. Das Holz ist weiß, hart, sehr zähe und dicht, und wird deshalb zu Wagner- und Schnitzarbeiten sehr geschätzt; eben so wegen seiner schönen Textur und Farbe zu Schreinerarbeiten; zu Bauholz eignet es sich wegen geringer Dauer nicht gut, aber seine Brennkraft verhält sich zu der des Buchenholzes wie 104 : 100. Ein Kubikmeter wiegt grün 830—1040 (i. M. 935) kg, lufttrocken 530—790 (i. M. 660) kg (Nördlinger). Die Blätter liefern ein gutes Schaffutter, und der Saft ist zuckerreich.

A. platanoides L., der Spitzahorn. Die Blätter (Fig. 183 b) sind 5lappig und die Lappen mit entfernten, buchtigen und zu langen Spitzen ausgezogenen Zähnen versehen, oben glatt, unten grün. Die Winterknospe ist eiförmig (Fig. 173); die Knospenschuppen sind rothbraun, gegen den Rand heller, mit deutlich abgesetzter Spitze. Die Blüthen (Fig. 415) bilden aufrecht stehende Trugdolden, und kommen früher, als bei dem vorigen, im April zugleich mit dem Laube zum Vorschein. Die Theilfrüchte (Fig. 296) sind größer, als bei dem vorigen, rundlich und platt-gedrückt, und die Flügel stehen unter einem stumpfen Winkel von einander ab. Nicht selten ist das Schizokarp (in der Regel an einzelnen Baum-Individuen constant) 3früchtig (Fig. 418 a α und b). Verwundet lassen die jungen Triebe und Blattstiele im Frühjahre einen weißen Milchsaft ausfließen (Fig. 55). Die Aeste sind regelmäßig-gegenständig. Die Rinde ist bräunlich-grau, und schon in der Jugend mit regelmäßigen, feinen Längsstreifen versehen. Der Same keimt erst ein Jahr nach der Saat im Frühjahre; die Samenlappen, im Samen eigenthümlich zusammengefaltet, wachsen zu großen, länglich-lanzettförmigen Blättern aus, und die Primordialblätter sind länglich-eiförmig, zugespitzt,

ganzrandig, an der Basis tief herzförmig eingeschnitten mit glatter Oberfläche. Uebrigens kommt der Spitzahorn im Wesentlichen mit dem Bergahorn überein, erreicht aber nicht die Höhe und Stärke, auch nicht das hohe Alter desselben. Er ist hauptsächlich auf das mittlere Europa zwischen dem 45. und 46. Breitengrade beschränkt, findet sich daselbst vorzüglich in den niederen Bergwäldern, und steigt in Südbayern bis zu 1230 m auf. In Norwegen findet er sich noch bis zu 61^{0} n. Br. Das Holz des Spitzahorns ist weniger feinfaserig und weiß, als das des Bergahorns, mit dem es im specifischen Gewichte übereinstimmt, und deshalb weniger geeignet zu Schnitzwaaren, aber noch härter und zäher, und daher für Wagnerarbeiten ganz besonders geschätzt.

A. campestre L., der Feldahorn, Maßholder[1]). Die Blätter (Fig. 183 a) sind 5lappig mit ganzrandigen, stumpfen, nach der Spitze zu etwas verbreiterten Lappen; die Knospenschuppen kastanienbraun bis ziegelroth, gegen die



Fig. 415. Acer platanoides. A Blüthenstand; B ♂ Einzelblüthe: a 2 Staubgefäße verkümmert.



Fig. 416. Acer campestre. Fruchtstand.

Spitze hin dunkler mit sehr kurzen, weißlichen Härchen; die Blüthen erscheinen nach den Blättern im Mai, und bilden aufrechte, armblüthige Doldentrauben; die Nüßchen erscheinen etwas grau-filzig behaart, und die Flügel spreizen sich horizontal aus (Fig. 416). Die Samenlappen sind wie bei dem Spitzahorn, aber bedeutend kleiner; die Primordialblätter eiförmig, zugespitzt, am Grunde schwach herzförmig und ganzrandig, auf der Unterseite und am Rande, sowie der Blattstiel weißlich behaart. Die Rinde der 2—5jährigen Zweige zeigt häufig ähnliche Korkvorsprünge, wie die der Korkulme. Er findet sich bei uns, namentlich in den Gebirgen, gewöhnlich nur strauchförmig, in den Flußniederungen wächst er jedoch zuweilen zu einem Baume von 15—20 m Höhe heran; sein Wuchs ist sehr lang-

[1]) Wegen der geschätzten Masern an den Wurzeln.

sam; er liefert reichlichen Stockausschlag, vermehrt sich auch stark durch Wurzelbrut, verträgt den Schnitt gut, und auch mehr Schatten, als seine Gattungsverwandten, weshalb er sich sehr gut zu lebendigen Zäunen eignet. Er ist über ganz Europa und das nördliche Asien, dann im Kaukasus und in Kleinasien verbreitet. Das Holz ist außerordentlich fest und zähe, und im Inneren schön geflammt, weshalb es von Schreinern, Drechslern und Maschinenbauern sehr gesucht wird. Alte Stämme und Wurzelstöcke liefern den schönsten Maser zu Möbeln, Schnitzwaaren (Ulmer Pfeifenköpfe) und eingelegter Arbeit.

A. monspessulanum L., der französische Ahorn. Die Blätter sind 3lappig mit abgestumpften, ganzrandigen Lappen, die Winterknospen klein, die Knospenschuppen ziemlich einfarbig dunkelbraun mit einzelnen, längeren, weißlichen Haaren. Die Blüthen erscheinen im April und Mai, und bilden hangende Doldentrauben; die Früchtchen wie bei dem vorigen, aber die Flügel sind etwas nach vorn gerichtet, oft mit den Rändern sich deckend. Er bildet einen Strauch, wächst vorzüglich an rauhen, steinigen Bergabhängen, und ist am Mittelrheine zwischen der Mosel und Nahe, in den Gebirgen dieser Flüsse, und auf dem Donnersberg in der Pfalz sehr gemein.

A. opulifolium Vill., der Schneeball-Ahorn. Findet sich in Wäldern und am Fuße der Alpen, namentlich in der Schweiz, und blüht im März und April. Die Blätter (Fig. 183 d) sind meist 5lappig, unterseits behaart. Blüthenkrone weißlich.

Viele fremde Arten werden häufig in unseren Anlagen cultivirt. Aus Nordamerika: A. dasykarpum Ehrh. (A. saccharinum L., nicht Wghm.), der weiße oder behaartfrüchtige Ahorn. Blüthen diöcisch, fast sitzend, grün, roth gefleckt, mit 5 Staubfäden, ohne Krone. Wird auf Zucker genutzt. A. rubrum L., rother Ahorn. Blüthen roth, gestielt, gleichfalls mit 5 Staubfäden; beide blühen im April vor dem Laubausbruch und reifen Ende Mai ihre Früchte (Fig. 417). A. pensylvanicum Dur. (A. spicatum Lamk., A. montanum Ait.). Blüthen grünlich, eine zusammengesetzte Traube bildend; der Kelch ist behaart, die Früchte rundlich, geadert, mit abstehenden Flügeln. Blätter (Fig. 183 c) herzförmig, 3 bis 5lappig, junge Zweige ungestreift. A. striatum Dur. (A. pensylvanicum L.) mit gelb-grünen Blüthen in hangenden Trauben. Kelch unbehaart; junge Zweige von Wachsausscheidungen weißlich gestreift (Fig. 85). A. Negundo L. (Negundo fraxinifolium Nutt., N. aceroides Mönch.) (Fig. 418) mit 3—5zählig gefiederten, fast kahlen Blättern, lang herabhangenden, büscheligen Trauben, Früchte kahl, mit wenig abstehenden Flügeln. A. saccharinum Wgnh. (A. nigrum Mich.), der Zucker-Ahorn, „Sugar-Maple", mit gelblichen, theils ☿, theils (aus den Seitenknospen) ♂ Blüthen, welche mit oder nach den Blättern erscheinen: letztere



Fig. 417. Acer rubrum. Keimender Same (nat. Gr.).

5lappig, der vordere Lappen vorgezogen. Der Zucker=Ahorn enthält in seinem Safte krystallisirbaren Zucker in so bedeutender Menge, daß die technische Ausbeutung darauf in mehreren Staaten der nordamerikanischen Union eine wesentliche Rolle spielt. A. tataricum L., aus der Tartarei, hat eiförmige, am



Fig. 418. a Acer Negundo L. Fruchtstand und Blätter: α ein 3früchtiges Schizokarp. b ein 3früchtiges Schizokarp von A. platanoides.

Grunde meist herzförmige, scharf doppelt=gesägte Blätter (Fig. 183 f), eine weißliche Krone, Blüthen in aufrechten Rispentrauben. Früchte mit fast parallelen Flügeln, blüht im Mai und Juni.

Parasiten des Ahorn. Auf den Blättern: Erysiphe Aceris Dec. (Uncinula bicornis Lév.). Rhytisma acerinum Fr., der Runzelschorf (braunschwarze Flecken). Melampsora parasitica. Kapnodium expansum B. et D. Auf jungen Pflanzen: Cuscuta lupuliformis Krock. und C. europaea. An Keimpflänzchen: Kerkospora acerina R. Htg., der Ahornkeimlingspilz (schwarzes, fädiges Dauermycelium).

Ordnung: Erythroxyleae, Rothhölzer.

Kelch und Krone 5zählig; Staubgefäße 10, einem Discus eingefügt und zu einer Röhre verwachsen. Fruchtknoten 2—3fächrig; Frucht eine einsamige Drupa. Same mit hornigem Eiweiß.

Erythroxylon ferrugineum Cav. u. a. Arten enthalten rothen Farbstoff. Die Blätter von E. Coca Lam., in Südamerika, werden wegen ihres Gehalts an dem Alkaloid Cocaïn von den Eingeborenen als ein Nerven anregendes und stärkendes Mittel vielfach gekaut.

Ordnung: Sapindaceae.

Die Blüthen bilden aufgerichtete, vielblumige, endständige Rispen aus gemischten Knospen. Der Kelch verwachsen-blätterig, 5zähnig; Blumenkrone symmetrisch 4—5blätterig; das Stengelglied zwischen Blumenkrone und Staubblättern breitet sich zu einer Scheibe aus, auf welcher die niedergebogenen 10 Staubblätter stehen; von letzteren abortiren meist drei, so daß die Blüthe heptandrisch ist (Fig. 240D); der Fruchtknoten 3fächerig, mit je zwei aufrechten Samenknospen (Fig. 272); der Same mit einem breiten Nabel; die Samenlappen sind verwachsen, mit einer Spalte an der Basis, aus welcher das Federchen hervortritt; die Blätter sind gefingert, decussirt, ohne Nebenblätter; die Knospen groß, eiförmig mit vierzeiligen, braunen klebrigen Schuppen.

Aesculus L., Roßkastanie (VII. 1.) Der Kelch ist glockenförmig; die Blumenkrone (Fig. 269) besteht aus 5 ausgebreiteten Blumenblättern, und die Früchte (Fig. 99) sind stachelig. Ae. Hippocastanum L., die Roßkastanie. Die roth-, weiß- und gelb-bunten Blüthen entfalten sich in Wickeltrauben im



Fig. 419. Blattabschnitt von Aesculus hippocastanum.



Fig. 420. Blüthe von Pavia rubra. a Kelch (nat. Gr.).

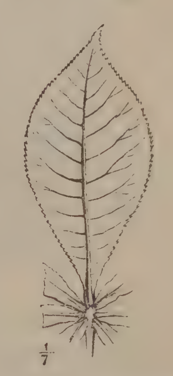


Fig. 421. Blattabschnitt von Pavia rubra.

Mai, nach dem Laubausbruche, und sind bisweilen polygamisch. Die gegenständigen, sehr großen Blätter sind 5—7fingerig, nach Maßgabe der Anzahl Gefäßbündel, welche sie aus dem Zweige empfangen, und runzelig; die größte Breite der Abschnitte liegt in der vorderen Hälfte (Fig. 419). Die Früchte reifen im September oder October, springen loculicid auf und fallen mit den Samen ab. Der Same läßt sich nicht gut überwintern, und keimt im Frühjahre 3—4 Wochen nach der Aussaat hypogäisch, d. h. die sehr dicken an Stärkmehl und Gerbstoff reichen Samenlappen bleiben bei der Keimung in der Erde zurück. Die junge Pflanze erreicht schon im ersten Jahre eine Höhe von 15—20 cm, und entwickelt in der Erde eine kurze, dicke Pfahlwurzel mit sehr vielen weitausstreichenden Seitenwurzeln. Die Rinde ist bräunlich-aschgrau, erst in höherem Alter in Längsrissen aufreißend. Die Roßkastanie stammt aus Asien, wo sie in den Indischen Gebirgen

noch bei 4110 m über dem Meere wild wächst, wird aber bei uns wegen ihrer Raschwüchsigkeit, dichten Belaubung und schönen Blüthen häufig angepflanzt. Das weiße, weiche Holz ist schlecht, eignet sich jedoch vorzüglich für Tischler und Schnitzarbeiter; die Kohle desselben wird zur Schießpulverfabrikation verwendet. Es besitzt nur eine Reihe von Markstrahlzellen, sehr kleine, durch den Jahresring vertheilte Gefäße, und weite, schwach verdickte Holzzellen. Ein Kubikmeter wiegt frisch 760—1040 (i. M. 900) kg, lufttrocken 520—630 (i. M. 575) kg (Karmarsch). Die Rinde enthält viel Aesculin; die Früchte liefern ein vortreffliches Viehfutter, werden auch vom Wilde begierig aufgesucht. Ae. rubicunda Lois. (Ae. carnea) aus Nordamerika wird wegen ihrer schönen, rothen Blüthen jetzt häufig bei uns gepflanzt. Aus demselben Grunde cultivirt man die Arten der Gattung **Pavia** Pers., welche sich von Aesculus durch glatte Früchte, 4blätterige, nicht ausgebreitete Blumenkrone (Fig. 420), gerade Staubfäden, nicht klebrige Knospen und glänzendere Blätter, deren größte Breite in der Mitte (Fig. 421), unterscheidet. Sie stammen aus Nordamerika, z. B. P. rubra Lam., flava Dec., makrostachya etc. **Sapindus** saponaria L., auf den Antillen; das Fruchtfleisch schäumt im Wasser. Aehnlich das von S. aromaticae Vahl., S. laurifolius Vahl. u. a.

Classe: Frangulaceae.

Holzgewächse mit 5zähligem Kelch und 5zähliger Krone. Staubgefäße meist so viel, wie Blumenblätter, vor oder zwischen den Kronenblättern stehend; Fruchtknoten 2- oder mehrfächrig. Frucht eine Kapsel, Beere oder Steinfrucht. Samen meist mit Endosperm, oft mit Arillus.

Ordnung: Pittosporeae.

Fünfmännige Bäume und Sträucher in Neuholland, Japan ꝛc. mit harzigen, aromatisch-bitteren Stoffen. Samen zahlreich, an den die Mittelaxe nicht erreichenden Scheidewänden, mit Eiweiß. Das Fruchtfleisch mancher Arten, obgleich harzig und von unangenehmem Geschmack, wird von den Eingeborenen Neuhollands in Zeiten großer Hungersnoth gegessen. Die Gattung **Pittosporum** liefert einige Zierpflanzen.

Ordnung: Staphyleaceae, Pimpernuß-Gewächse.

Kelch, Krone und Staubgefäße 5zählig. Blätter gefiedert und decussirt, mit Nebenblättern. Kronenblätter einem Discus inserirt. Fruchtknoten 2—3fächrig, Frucht eine Beere oder Kapsel. Samen mit fleischigem Eiweiß und dicken Kotyledonen.

Staphylea pinnata L., die Pimpernuß (V. 3). Ein Strauch mit weiß und grün gestreiften Zweigen; blüht im Mai oder Juni, und die weißen (außen oft röthlichen) Blüthen bilden schlaff herabhangende geknäulte Trauben (Fig. 422).

Die Blätter sind über's Kreuz gestellt und gefiedert, die Blättchen länglich-lanzettförmig, ganz glatt und gesägt; die Früchte bilden häutige, aufgeblasene Kapseln, welche meist nur einen großen, harten und gelbbraunen Samen enthalten. Man findet sie vorzüglich an schattigen Orten der Alpen und Voralpen. St. trifolia L., mit 3zähligen Blättern und länglichen Kapseln. Aus Nord-Amerika. Beide werden als Ziersträucher häufig angepflanzt.

Ordnung: Celastrineae.

Blüthen 4—5zählig. Staubgefäße und Fruchtknoten auf einem fleischigen Discus stehend. Frucht 2—5fächrig, Samen mit einem fleischigen oder pulposen Arillus und Eiweiß. Aeste oft vierkantig.



Fig. 422. Staphylea pinnata L. Blüthenstand.



Fig. 423. Celastrus scandens. A Blüthenstand, B Einzelblüthe mit 1—5 Staubgefäßen und oberständigem Fruchtknoten.

Evonymus L., der Spindelbaum (V. 1). Die Frucht bildet eine 4—5fächrige, 4—5kantige oder flügelige Kapsel mit einem von einem Samenmantel umgebenen Samen in jedem Fache. E. europaeus L., der gemeine Spindelbaum, das Pfaffenhütchen, ein Strauch oder kleiner Baum, mit glatten vierkantigen Zweigen, dessen gelb-grünliche, oft eingeschlechtige Blüthen (Fig. 342) im Mai oder Juni sich entwickeln, und gabelige Trugdolden bilden; die emetischen Früchte reifen im September, die stumpf-vierkantigen, loculiciden Kapseln (Fig. 273) sind schön

roth, die Samen rosa, der Samenmantel orange. Die Blätter sind elliptisch-lanzettförmig, fein gesägt und glatt. Er findet sich überall in Deutschland in Wäldern und Gebüschen. Das blaß-gelbliche Holz ist sehr fest und zähe, und wird zu feinen Drechslerarbeiten benutzt. E. latifolius Scop., der breitblätterige Spindelbaum, blüht im Mai und Juni; die purpurrothe Kapsel ist geflügelt-kantig. Findet sich wild durch die ganze Alpenkette und häufig als Zierstrauch angebaut. E. verrucosus Scop., der warzige Spindelbaum, hat grünliche Blüthen, welche dicht mit blutrothen Punkten besetzt sind, schwarze Samen und warzige Zweige (Fig. 254). Er findet sich vorzüglich im südlichen Deutschland, jedoch auch in Schlesien und Preußen. **Celastrus** scandens L., der Würger (V. 1). Ein windender Zierstrauch aus Nordamerika, mit kahlen, elliptischen Blättern; Blüthen in Trauben und einzeln in den Blattachseln (Fig. 423). Krone grünlich-weiß. Kapsel orangefarbig, der Arillus roth. Wächst außerordentlich rasch empor und tödtet in kurzer Zeit die umwundenen Holzpflanzen (Fig. 139).

Parasiten an den Blättern von Evonymus: Caeoma Evonymi Schröt.; Kalokladia (Erysiphe Lk.) comata Lév.

Ordnung: Ilicineae (Aquifoliaceae), Stechpalmengewächse.

Blüthen 4—5zählig; Discus fehlend; Krone radförmig, ihre Blätter an der Basis etwas verbunden.

Ilex Aquifolium L., die Stechpalme, Hülsen (IV. 4). Ein immergrüner Zierstrauch oder kleiner Baum mit grüner Rinde (spät Korkbildung), starker Cuticula, glänzenden, lederharten, stachelig-gezähnten Blättern, besonders I. horrida (Fig. 102), weißen Blüthen in 1—3blüthigen Trugdolden und scharlachrothen, 4—5samigen Beeren. Blüht im Mai und Juni. Die Stechpalme findet sich in fast ganz Europa, besonders häufig in Norddeutschland und in den Wäldern am Fuße der Alpen, desgleichen im sogen. Bienenwald in der Pfalz; in Norwegen bis etwas über 62°. Sie gedeiht vortrefflich unter dem Schatten anderer Hölzer. Ihr Holz ist sehr hart, zu feineren Arbeiten ausnehmend brauchbar. Die coffeïnhaltigen Blätter von I. paraguayensis Lamb. in Südamerika werden als Maté, Paraguaythee, fast so allgemein benutzt, wie in China die des Theestrauchs.

Ordnung: Rhamneae, Kreuzdorngewächse.

Die Staubblätter stehen vor den kleinen Blumenblättern; die Knospenlage ist klappig. Strauchartige Holzpflanzen, bisweilen auch kleine Bäume. Die Blätter zerstreut, meist mit zwei kleinen dornigen Nebenblättern, bei einigen Arten wintergrün. Blüthen bisweilen diklinisch (Fig. 343). Frucht eine Kapsel oder Steinfrucht.

Rhamnus L., Wegdorn (V. 1), ist die einzige in Deutschland heimische Gattung, welche forstlich wichtig ist. Die Blüthen sind bald zwitterig, bald eingeschlechtig, und letztere wieder theils ein-, theils zweihäusig; sie entwickeln sich aus gemischten Knospen, und stehen einzeln oder in Mehrzahl an der Basis der

jungen Triebe in den Achseln entwickelter Laubblätter (Fig. 424) oder hinfälliger Knospenschuppen auf kurzen Blüthenstielen, oder sie bilden Trauben in den Blattachseln. Die blüthentragenden Triebe bleiben häufig so kurz, daß der Blüthenstand büschelförmig erscheint. Der Kelch wird nach der Blüthe abgestoßen, und die Blumenblätter sind oft verkümmert; der Fruchtknoten (Fig. 279) ist 2—4fächerig, mit einer Samenknospe in jedem Fache. Bei der Reife wird die äußere Fruchthülle mehr oder weniger fleischig und saftig, die einzelnen Fächer aber trennen sich und bilden knorpelige oder holzige Nüßchen; die reife Frucht hat das Ansehen einer Beere. Man hat diese Gattung nach Trinius in 2 Gattungen: Rhamnus und Frangula gespalten.

Rh. kathartica L., der Kreuzdorn oder Wegdorn, bildet einen 2—3 m hohen Strauch, der selbst zuweilen baumartig wird; die eiförmig-elliptischen Blätter stehen decussirt, sind oval, fein gesägt, und spitz, die Aeste, oft auch die Endtriebe, dornspitzig (Fig. 149) (die Anatomie des Dornes s. Fig. 142; 143). Die polygamisch-zweihäusigen, gelbgrünen Blüthen (Fig. 343) erscheinen mit 4 Kronenblättern im Mai an sehr verkürzten Axen, und die erbsengroßen schwarzen Früchte, welche im September reifen, enthalten 3—4 knorpelige Nüßchen. Der Kreuzdorn ist über ganz Europa verbreitet in Wäldern und Gebüschen, und findet sich bis zum 60.° n. Br. Keimung epigäisch. Das weiße, gegen den Kern hin rothgeflammte Holz ist ziemlich fest und schwer, und für Schreiner- und Drechslerarbeiten gesucht. Die Rinde benutzt man zum Gelb- und Braunfärben; die unreifen Beeren liefern einen gelben Farbstoff, das Schüttgelb, die überreifen einen braunrothen, und die reifen einen grünen Farbstoff, das Saftgrün. Von Rh. infectoria L., tinctoria W. et K. und saxatilis Jacq. kommen die unreifen Früchte unter dem Namen Avignonkörner oder Gelbbeeren in den Handel, und werden zum Gelbfärben benutzt.



Fig. 424. Rhamnus kathartica. Blüthen in den Blattachseln (nat. Gr.).

Frangula vulgaris Dec. (F. Alnus Mill., Rhamnus frangula L.), der Faulbaum, Pulverholz, ist ein Strauch mit weißen Zwitterblüthen, ungetheilter Stempelmündung, wechselständigen, ganzrandigen, elliptischen Blättern und nackten Winterknospen. Die Zweige haben keine Dornspitzen; die anfangs rothe, später schwarze Frucht enthält zwei holzige Nüßchen, die Rinde färbt gelb, die Wurzel olivengrün. Der Faulbaum vermehrt sich stark durch Wurzelbrut, blüht im Mai und Juni, und findet sich häufig im mittleren und nördlichen Europa bis zum Polarkreis, und in Sibirien. Keimung hypogäisch. Das Holz ist verhältnißmäßig weich und leicht; es wird zum Zeichnen und als Pulverkohle geschätzt („Pulverholz"!). Die innere Rinde enthält einen gelben Farbstoff (Rhamnin) und eine scharfe und bittere Substanz. **Zizyphus** vulgaris L., der Judendorn,

Brustbeerenstrauch (V. 1), stammt aus Syrien und findet sich in Tyrol verwildert. Er blüht im Juli und August, und die Beeren werden gegessen. **Paliurus** aculeatus Lam., der Stechdorn, (V. 1), mit Dornen in den Blattachseln, findet sich, im Juni bis August blühend, an steinigen Orten im südlichen Tyrol, Krain ꝛc.

Parasiten: An Rhamnus saxatilis tritt ein Aecidium auf, welches nach Reichardt mit einer auf Sesleria coerulea vorkommenden Puccinia zusammenhangen soll. — Aecidium Rhamni an Rh. Frangula und kathartica, zu Puccinia coronata auf Hafer gehörig. An den jungen Blättern: Kalokladia (Erysiphe Lk.) divaricata Lév. — Kapnodium rhamnicolum Rbh.

Classe: Tricoccae.

Blüthen meist eingeschlechtig; Hüllblätter bisweilen fehlend oder Perigonblüthen. Fruchtknoten oberständig, meist 3fächrig, in jedem Fach 1—2 hangende Samenknospen. Die Früchtchen von einer bleibenden Mittelsäule sich ablösend. Same mit Eiweiß, oft mit einem Anhängsel (Caruncula).

Ordnung: Empetreae, Rauschbeergewächse.

Blüthen meist zweihäusig, 3zählig. Beere 6—9samig.

Empetrum nigrum L., die Rauschbeere. Ein kleiner haideartiger, immergrüner Strauch mit kriechendem Stamme, der sich auf Alpen und im nördlichen Deutschland auf Haiden und moorigem Boden in Nadelwäldern findet, in Skandinavien bis zum Nordcap. Die Blättchen sind lineal, glänzend-grün, 3—5 mm lang und 1 mm breit. Die erst grünen, reif schwarzen Beeren schmecken säuerlich, sollen in Menge genossen berauschen, Schwindel und Kopfschmerz erregen, sind jedoch ein Hauptnahrungsmittel für das Alpenschneehuhn, werden auch in Finmarken, auf Island ꝛc. als Dessert oder mit Pilzen, saurer Milch ꝛc. zusammen gegessen (Schübeler).

Ordnung: Euphorbiaceae.

Die Blüthen sind 1- oder 2häusig; die Blüthenhülle unterständig oder fehlt; die Frucht besteht aus 3 (seltener 2) oder mehreren von dem Mittelsäulchen abspringenden Früchtchen. Der früher als eine Zwitterblüthe angesprochene Blüthenstand ist ein Cyathium, welches von einer Hülle röhrig- oder glockig-verwachsener Deckblätter mit halbmondförmigen, drüsigen, Honig absondernden Anhängseln umschlossen ist und im Centrum eine weibliche Blüthe, umgeben von 5 Gruppen nackter, monandrischer, männlicher Blüthen trägt. Fruchtknoten 3fächrig, mit je einer Samenknospe.

Euphorbia L., Wolfsmilch (XXI.). Die Arten der Gattung enthalten einen scharfen Milchsaft. E. cyparissias L., mit vielstrahliger Dolde, sehr schmal-linealen Blättern, ist an Hügeln, auf Triften nicht selten. E. peplus L.,

mit 3—5strahliger Dolde, glatter Kapsel und kantigem Samen, auf bebautem Boden gemein. E. dulcis Jacq., die süße Wolfsmilch, deren 3—5 Doldenstrahlen selten zweitheilig sind, hat eine warzige, behaarte Kapsel, länglich-lanzettliche, stumpfliche Blätter, und blüht im Mai in schattigen Laubwäldern, Gebüschen 2c. **Mercurialis** perennis L., das ausdauernde Bingelkraut (XXII.), mit einfachem, stielrundem Stengel, wächst häufig in schattigen Laubwäldern; M. annua L., mit 4kantigen, ästigen Stengeln, auf Gartenland, Aeckern 2c. Manche ausländische Euphorbiaceen enthalten in ihrem Milchsafte oder in den Samen 2c. scharfe, in hohem Maße drastisch wirkende Stoffe, so daß sie als Arzneimittel verwendet werden. So wirkt der eingedickte Milchsaft, das Euphorbium, der strauchartigen Euph. officinarum L., in Africa, in hohem Grade purgirend; die Samen von **Croton** Tiglium L., in Ostindien, die sogenannten „Purgirkörner", enthalten ein Oel, welches nur in der Magengegend eingerieben zu werden braucht, um ein heftiges Purgiren zu bewirken. **Ricinus** communis L., der gemeine Wunderbaum, aus Ostindien, ein 2—3 m hohes, monöcisches Sommergewächs mit gelblichen Blüthen (die ♂ unten, die ♀ oben), rothen Narben und stachliger Kapsel, welches seiner großen, schön gelappten Blätter halber bei uns auch als Ziergewächs gezogen wird, enthält in seinen Samenkeimen (nicht im Endosperm) heftig wirkendes Oel. **Hippomane** Mancinella L., der Manschinellenbaum, welcher häufig am Seegestade der Tropenländer wächst, führt namentlich in seinen apfelförmigen, schön gefärbten und anfangs mild schmeckenden Früchten ein sehr gefürchtetes Gift. Andere Gattungen enthalten in ihrem Milchsafte Kautschuk, so daß derselbe eingetrocknet Gummi elasticum darstellt, z. B. **Hevea** guianensis L., ein großer Baum in Guiana und Brasilien, **Siphonia** elastica Pers., im tropischen Afrika 2c. — **Croton** aromaticum L. und C. lacciferum L., in Ostindien, liefern den Schelllack oder Gummilack, indem ihre Zweige von einer Schildlaus (Coccus Lacca) angestochen den harzigen Saft ausfließen lassen. — Die blattartigen Zweige der Arten von **Phyllanthus** tragen an ihren Rändern, in den Achseln rudimentairer borstlicher Blätter kleine Blüthen. — **Jatropha** Manihot L., die Maniokpflanze, wächst wild im tropischen Amerika, wird aber häufig in großen Pflanzungen cultivirt. Ihr fleischiger, oft 15—17 kg schwerer Wurzelstock enthält außer einem sehr giftigen Milchsafte fast nur Stärkemehl, welches durch Auspressen der frischen, geriebenen Wurzeln und wiederholtes Auswaschen des Rückstandes von dem giftigen Stoffe befreit das unter dem Namen Maniocca oder Cassavemehl bekannte Hauptnahrungsmittel der Neger und Indianer darstellt. Aus dem ausgepreßten Safte setzt sich auch noch ein feines, weißes Stärkemehl, Tapiocca, zu Boden, welches nach fleißigem Auswaschen ebenfalls gegessen wird.

Buxus sempervirens L., der Buchsbaum. Immergrüner, 3—5 m hoher, baumartiger Strauch ohne Milchsaft, mit lederartigen Blättern, in deren Achseln, in kleinen Trauben, die gabelig-weißen, monöcischen Blüthen im März und April aufbrechen: die Gipfelblüthe meist ♀, die Seitenblüthen ♂. Der Buchsbaum ist im südlichen Europa und selbst schon im südlichen Deutschland (und Thüringen)

heimisch und als Gartenzierpflanze häufig. Das Holz alter Stämme ist gelb, äußerst dicht, hart und feinfaserig, höchst schätzbar für Holzschnitt, Blasinstrumente, Kattundruckformen und Drechslerarbeiten. Die Wurzel liefert den kostbarsten Maser. Zu den bekannten Beet-Einfassungen dient B. s. suffruticosa Lam., der Zwergbuchsbaum.

Parasiten: An Buxus sempervirens erzeugt Nektria Rousseliana Tel. Vertrocknen der Zweige und Blätter, an denen unterseits ein Stroma (Chaetostroma Buxi Corda) hervortritt. Von Puccinia Buxi Dec. sind nur Teleutosporen, nicht Uredo und Aecidium, bekannt.

Classe: Terebinthineae, Pistaziengewächse.

Blüthen regelmäßig, 4—5zählig, bisweilen zweihäusig oder polygamisch; innerhalb der Staubgefäße ein Discus. Fruchtknoten oberständig, Frucht 1—3samig.

Ordnung: Anakardiaceae.

Bäume und Sträucher mit Milchsaftgängen. Blätter ohne Nebenblätter. Von den Fruchtknoten oft nur einer ausgebildet, die anderen auf den Stempel reducirt, deren dann mehrere vorhanden sind.

Pistacia L. (XXII.), Pistazie. Kleine Bäume des südlichen Europas und Orients. P. vera L., ein Baum mittlerer Größe, liefert in den Früchten die grünen Pistazienmandeln, welche theils roh, theils in Zucker eingemacht gegessen werden. P. Terebinthus L., die Terebinthe, im südöstlichen Europa, Nordafrika und Orient. Von P. Lentiscus L., der Mastix-Pistazie, gewinnt man den Mastix, ein als Räucherpulver geschätztes gelbliches Harz.

Rhus L., Sumach (V. 3). Kleine Bäume oder Sträucher mit Zwitterblüthen. Rh. Cotinus L., der Perrücken-Sumach, wächst in Südtyrol ɩc. wild, die Blätter sind einfach, und seine grünlich-gelben Blüthen bilden große Rispen. Nach dem Verblühen verlängern sich die Blüthenstiele und breiten ihre zahlreichen, abstehenden, röthlichen Haare aus, so daß die Rispe einem großen Federbusche oder einer Perrücke gleicht. Das Holz ist als ungarisches Gelbholz oder Fisetholz im Handel. Die Blätter und Zweige enthalten viel Gerbstoff und kommen deshalb gepulvert als Farb- und Gerbmaterial unter dem Namen Venetianer Schmack in den Handel. Reicher an Gerbstoff ist Rh. coriaria L., der Gerber-Sumach, welcher in Italien und überhaupt im südlichen Europa heimisch ist, und dessen gepulverte Blätter, Rinde und Zweige den echten Schmack liefern, der zum Gerben verwendet wird. Rh. Typhinum L., der Hirschkolben-Sumach aus Nordamerika, wird wegen seiner großen, gefiederten Blätter und dichten Blüthenrispen, die nach dem Verblühen roth erscheinen, häufig in Anlagen gezogen. Die Blattstiele und Zweige sind dichtzottig, die Winterknospen von der Blattstielbasis umschlossen (Fig. 216); die meist zweihäusigen Blüthen gelblich-weiß, die Steinfrüchte roth (sauer). Rh. glabra L., mit kahlen Blättern, Blattstielen und Zweigen (bei den ♂ Pflanzen behaart) und grünlichen Blüthen.

Rh. semialata Murray, in China, erzeugt die „chinesischen Gallen". — Die meisten Sumach-Arten enthalten einen harzigen, äußerst scharfen Milchsaft, welcher besonders von dem purpurroth blühenden Giftsumach, Rh. Toxikodendron L., mit 3zähligen Blättern (Fig. 425), und Rh. radicans L., beide aus Nord-



Fig. 425. **Rhus toxikodendron.** a Blüthenstand; b Einzelblüthe (vgr.).

amerika, so heftig wirkt, daß vom Zerreiben der Blätter schon Blasen auf der Haut entstehen; der letztere vermehrt sich bei uns stark durch Wurzelbrut. — **Anakardium** occidentale L., im tropischen Amerika, und A. orientale, im tropischen Asien, liefern in ihren Früchten die officinellen „Elephantenläuse".

Parasiten: An Pistacia Terebinthus treten Teleutosporen des Pistazien-Rostpilzes Pileolaria Terebinthus Cass. in Südeuropa auf; Uredo unbekannt.

Ordnung: Zanthoxyleae, Gelbholzgewächse.

Blüthen meist diöcisch oder polygamisch.

Zanthoxylon fraxineum Willd. (Fig. 268), aus dem nördlichen Amerika, in Deutschland als Zierstrauch häufig angepflanzt, die Rinde in der Heimath des Baumes officinell. **Ptelea** trifoliata L., der dreiblätterige Kleestrauch, ein im nördlichen Amerika heimischer Strauch, mit Trugdolden, gelblich-grünen, wohlriechenden Blüthen, 3zähligen Blättern und einsamiger Flügelfrucht, wird als Zierstrauch häufig angebaut; die Früchte werden bisweilen als (nicht unschädliches) Surrogat des Hopfen verwendet. — **Ailanthus** glandulosa Desf. (XXII. 7), der drüsige Götterbaum, ein schöner Gartenbaum aus China, mit unpaarig ge-

fiederten Blättern und gelbweißen, duftenden Blüthen; die Blättchen sind grob gezähnt und tragen meist eine Zuckersaft ausscheidende Drüse (Fig. 105).

Ordnung: Rutaceae, Rautengewächse.

Krautpflanzen und Halbsträucher mit Oelbehältern in der Rinde und den Blättern. Frucht eine 2–5fächrige Kapsel, loculicid; meist nur einzelne Samen im Fach, mit fleischigem Eiweiß und oft grünem Keim.

Ruta graveoleus L., die Weinraute (X. 1), welche im südlichen Europa an sonnigen Orten wild wächst, mit gelben, in Trugdolden stehenden Blüthen, die Gipfelblüthe 5zählig, die Seitenblüthen 4zählig; wird bei uns häufig als Küchengewächs cultivirt; desgleichen **Dictamnus** Fraxinella Pers., der Eschen-Diptam, dessen rosa Blüthen (mit dunklen Adern) in Trauben gestellt und dessen unpaarig gefiederte Blätter von Oeldrüsen durchscheinend punktirt sind.

Ordnung: Zygophylleae.

Blätter ohne Oeldrüsen, wirtelig, zusammengesetzt, mit Nebenblättern, sonst den Rutaceen ähnlich.

Guayacum officinale L., das Pockenholz. Das harzreiche, sehr harte und schwere Holz ist wegen seiner unregelmäßigen Faserung unspaltbar.

Classe: Gruinales.

Blüthen 5zählig; die Staubfäden an der äußeren Basis mit Drüsen besetzt; Fruchtknoten oberständig.

Ordnung: Geraniaceae, Storchschnabelgewächse.

Die 5—10 Staubfäden monadelphisch; 5 einsamige Theilfrüchtchen sich von einer Mittelsäule (Columella) ablösend. Krone regelmäßig.

Erodium cicutarium l'Herit., der Reiherschnabel, ⊙. 5 Staubgefäße (von 10) unfruchtbar. Blätter gefiedert; Stengel niederliegend; der sehr verlängerte Griffel dreht sich bei der Ablösung von der Columella schraubenförmig auf (Fig. 426), wodurch das reife Theilfrüchtchen meterweit fortgeschleudert und zugleich befähigt wird, in Folge der Ausdehnung und Zusammenziehung des hygroskopischen Griffels, mit seiner stahlscharfen Spitze in den Boden einzudringen. Emporgerichtete Borsthaare hindern das Zurücktreten; die Selbstbestattung des Samen dauert circa 2—3 Tage. E. gruinum Willd. dient als Hygroskop. E. moschatum l'Herit., mit aufsteigendem Stengel, die 5 fruchtbaren Staubgefäße am Grunde mit 2 Zähnchen; duftet nach Moschus. — **Geranium** Robertianum L., der stinkende Storchschnabel, ⊙, mit ungetheilten, langen Kronen=

blättern, aufrechtem Kelch und meist rothem, drüsig-behaarten Stengel, macht sich an feuchten Waldrändern ꝛc. durch widrigen Geruch bemerkbar. Das Kraut war früher officinell. G. phaeum L., der braune St., ♃, mit 7 spaltigen Blättern und schwarz-violetten Kronenblättern, und G. sylvaticum L., der Wald-St.,



Fig. 426. Same von Erodium cicutarium mit Granne.



Fig. 427. Blüthenstand von Philadelphus coronaria.

mit violetter Blumenkrone und lanzettlichen Staubfäden, treten in Laubwäldern des Gebirges hier und da auf. **Pelargonium** zonale Willd. Zimmerstrauch. Das hintere Kelchblatt ist in einen mit der Axe verwachsenen Sporn verlängert.

Ordnung: Oxalideae, Sauerkleegewächse.

Blüthen 5zählig; Staubgefäße etwas monadelphisch; Frucht eine 5fächrige Kapsel, welche die Samen heftig fortschleudert; Blätter 3zählig.

Oxalis acetosella L., der Sauerklee (X. 4), ♃, mit weißen Blüthen, wächst häufig in schattigen Wäldern und ist durch den sauren Geschmack seiner 3zähligen Blätter, welche zur Gewinnung des Sauerkleesalzes (zweifach oxalsaures Kali) dienen, ausgezeichnet.

Ordnung: Balsamineae, Balsaminengewächse.

Blüthen symmetrisch; das hintere der 4 gefärbten Kelchblätter mit einem Sporn. Die Frucht ist eine 5fächrige Kapsel, welche elastisch (septifrag) aufspringt, indem sich die Außenwand (von unten her) von der Mittelsäule ablöst und die Samen fortschleudert, wozu an der reifen Frucht die geringste Berührung ausreicht.

Impatiens noli tangere L., das Springkraut (V. 1), ⊙, zeigt in schattigen Wäldern einen sehr humosen Boden an und hat symmetrische, gespornte gelbe Blüthen; die reifen Fruchtkapseln springen bei leiser Berührung heftig auf und schleudern den Samen weit umher.

Classe: Calyciflorae.

Ordnung: Philadelpheae.

Hohe Sträucher mit gegenständigen (decussirten), einfachen Blättern, regelmäßiger Blüthe und Kapselfrucht. Zahlreiche, endospermhaltige Samen.

Philadelphus coronarius L., der Pfeifenstrauch (XII. 1), häufig auch Jasmin genannt (Fig. 427) mit 4—5fächriger, loculicider Kapsel; die 2—3 cm großen Blüthen in Trauben. Der Pfeifenstrauch ist ursprünglich im südlichen Europa heimisch, wird aber seiner großen, weißen, stark duftenden Blüthen halber, die sich im Mai und Juni entfalten, häufig cultivirt. Ph. inodorus L. (Ph. grandiflorus Willd.), hat einzelne oder zu 3 stehende, geruchlose Blüthen (welche nicht größer sind, als die von Ph. coronarius) und dunkelbraune Aeste; stammt aus Nordamerika. Ph. latifolius Schrad. hat bis 4 cm große Blüthen, gelbrothe Aeste. **Deutzia** crenata S. et Z., die kerbige, und D. gracilis S. et Z., die schlanke Deutzie, zwei beliebte Ziersträucher aus Japan mit geflügelten, 2zähnigen Staubfäden, sternhaarig rauhen Blättern und weißen Blüthen.

Parasiten: An Philadelphus coronarius erzeugt Ramularia Philadelphi Sacc. Blattflecken.

Classe: Myrtiflorae, Myrtengewächse.

Regelmäßige oder perigynische Blüthen. Sämmtliche Carpelle zu einem gefächerten Fruchtknoten mit einfachem Griffel verwachsen (synkarp). Die Blätter meist gegenständig.

Ordnung: Oenothereae, Nachtkerzengewächse.

Blüthen 4zählig mit unterständigem, gefächerten Fruchtknoten; Frucht eine septifrage Kapsel oder Beere; zahlreiche wandständige Samen ohne Endosperm.

Epilobium angustifolium L., das schmalblättrige Weidenröschen (VIII. 2), ♃. Die Samen mit langem Haarschopf, der beim Oeffnen der Kapsel

(von oben her) zum Flugschirm auseinanderspreizt. Blüthen rosenroth in großen, langgestreckten Trauben, Blätter gegenständig. Es findet sich häufig massenhaft auf Schlägen ein, so lange der Boden frisch ist, blüht im Juli und August, und verschwindet, sobald der Humusgehalt abnimmt. E. montanum L., das Berg-W., mit gezähnten Blättern, deren untere gegenständig, die oberen alternirend sind. Blüthen vor dem Aufblühen nickend. In Laubwäldern und Gebüschen. Eine kleinblättrige, zierliche Abart, E. collinum Gmel., tritt an ähnlichen Orten auf. — **Circaea** lutetiana L. (II.), das Hexenkraut, mit eiförmig-länglichen Blättern, borsthakigen-birnförmigen Früchten und weißer Krone ist an schattigen, feuchten Waldstellen nicht selten.

Ordnung: Myrtaceae.

Holzpflanzen mit meist 4zähligen Blüthen, Staubgefäße zahlreich (durch Spaltung aus 4 oder 8). Fruchtknoten 2—4. Same ohne Eiweiß. Blätter meist durchscheinend (Oeldrüsen), decussirt oder in Wirteln. Rinde, Blätter und Früchte enthalten ätherische Oele und Gerbstoff.

Myrtus communis L., die gemeine Myrte. Die weißen, duftenden Blüthen stehen einzeln oder zu 2 in den Achseln der gekreuzten, aromatischen Blätter; die blauschwarzen Beeren sind gewürzig. Die Myrte wächst im südlichen Europa wild, und wird namentlich in einer kleinblättrigen Form häufig in Blumentöpfen gezogen. — Die Beeren von **Eugenia** pimenta Dec., einem kleinen Baum Westindiens, liefern den Piment- oder Nelkenpfeffer. — **Caryophyllus** aromaticus L., ein kleiner Baum der Molukken, gegenwärtig in den Tropen verbreitet. Die Blüthenknospen (Gewürznelken), seltener die getrockneten Früchte (Mutternelken) sind officinell und werden als Gewürz gebraucht. — **Lecithys** L. Die großen Deckelfrüchte dienen in Brasilien als Gefäße. **Bertholletia** excelsa H. et B. Die dreikantigen Samen sind als Brasilianische Wallnüsse (Paranüsse) im Handel. **Eukalyptus** globulus Labill., der Fieberrindenbaum, aus Neuholland, mit gegenständigen bezw. dreiquirligen, aromatischen Blättern (Keimpflanze Fig. 195) ist ein außerordentlich raschwüchsiger Baum, der in Nord-Afrika und Süd-Europa vielfach angebaut, durch energische Verdunstung sumpfige Lokale entwässert, mit Unrecht auch für die nördliche gemäßigte Zone anempfohlen wurde, da er hier im Freien kaum überwintert.

Die Unterordnung der **Granateae** wird gebildet durch die eine Gattung **Punica** Tournef., mit apfelähnlicher Frucht und drüsenlosen gegenständigen Blättern. Der Fruchtknoten ist durch eine Querwand in eine obere, größere Abtheilung mit der Krone gleichzähligen, und eine untere, kleinere Abtheilung mit dreizähligen Fächern getheilt. P. Granatum L., der Granatapfelbaum (XII. 1) ist ursprünglich wahrscheinlich in Nordafrika zu Hause, jetzt aber in allen warmen Ländern Europa's verbreitet. Die Blüthen sind prachtvoll roth; Fruchtknoten und Kelch gleichfalls roth, glatt und glänzend. Die faustgroßen, kugligen Früchte enthalten unter einer sehr herben und adstringirenden Lederschale zahlreiche purpur-

rothe Samen, deren saftige Fleischhülle wohlschmeckend säuerlich ist. Die Schale wird zum Gerben und Färben benutzt; das sehr feste und schwere Holz zu feinen Drechslerarbeiten.

Classe: Rosiflorae, Rosenblüthler.

Die regelmäßig gebauten Blüthen 5theilig, epi- oder perigynisch. Staubgefäße in mehreren Kreisen, meist 20 u. m.; 1 bis viele Fruchtknoten (Fig. 240 C; E). Mit Nebenblättern. Same eiweißfrei.

Ordnung: Pomaceae, Apfelfrüchtler.

Fruchtknoten zu 5, seltener zu 2 oder 3 neben einander liegend, jeder mit 2 oder mehr aufrechten Samenknospen, unter sich und mit der Wandung einer becherförmig emporgewölbten, später fleischigen Scheibe verwachsend, so daß die Stempel hervorragen. Scheinfrucht eine „Apfelfrucht“ (Pomum, S. 287) (Fig. 252). Die Blätter stehen in Schraubenlinien.

A. Einzelfrüchte mit knorpeliger Hülle (Kernäpfel).

Pirus L. (XII. 4). Die knorpeligen Fruchtfächer enthalten nur zwei grundständige Samenknospen; Knospenblattlage eingerollt. P. communis L., die Holzbirne, wozu P. piraster Wallr., die Knüttelbirne, als Varietät gehört, blüht im Mai, und die Früchte reifen im September. Die weißen Blüthen stehen zu 6—12 in einfachen Doldentrauben und haben rothe Staubbeutel; die Fächer des Kerngehäuses (Fruchtknoten) sind nach außen abgerundet; die Scheinfrucht an der Basis nicht vertieft (birnförmig); die Staubwege am Grunde nicht verwachsen. Die Blätter sind rundlich-eiförmig, schwach gesägt, fünfzeilig gestellt, bald in der Jugend behaart, bald glatt; der Blattstiel fast so lang, wie das Blatt; die Winterknospen eiförmig, spitz, die Seitenknospen vom Zweige abstehend, die Knospenschuppen dunkelbraun, breit mit meist ausgerandeter Spitze, und als kleines Spitzchen hervortretender Mittelrippe, die äußersten zuweilen an der Spitze mit ganz kurzen, glänzenden Härchen besetzt; die unteren Zweige gewöhnlich dornig; die Krone pyramidal; die Rinde reißt in engen parallelen Längsrissen auf; die Pfahlwurzel dringt tief in den Boden und treibt viele, weitausstreichende Seitenwurzeln. Der Wuchs ist im Allgemeinen langsam und die Ausschlagsfähigkeit gering. Sie wächst ursprünglich in Deutschland (in Laubwäldern) wild, findet sich aber nur in der Ebene und auf niederen Bergen, im südlichen Bayern bis zu 760 m Höhe; ob von ihr die cultivirten dornenlosen Birnensorten abstammen, oder ob sie eine verwilderte Form sei, ist unentschieden. Das Holz ist sehr hart, fest und zähe, und daher von Drechslern, Schreinern und Maschinenbauern sehr geschätzt. Die Brennkraft ist 0,84 des Buchenholzes: ein Kubikmeter wiegt lufttrocken i. M. etwa 730 kg. Als hierher gehörige Ziergehölze werden cultivirt: Pirus nivalis

Jacq., der Schneebirnenbaum, P. Pollveria L., P. amygdaliformis Vill., P. salicifolia L. fil.

Pflanzliche Parasiten auf Pirus communis. An den Birnenblättern: Askomyces bullatus Berk. (erzeugt blasige Auftreibungen). Phyllaktinia (Erysiphe Lk.) guttata Lév.; Depazea pirina Riess. (in weißen, braungesäumten Flecken, erzeugt frühzeitigen Blattfall). Morthiera Mespili Fckl., (Ursache der „Blattbräune" [Sorauer]). Im Holz: Polyporus sulphureus Fr. An der Birnenfrucht: Fusikladium pirinum Fckl., (Rostflecken). Oidium fructigenum Schm. et Kze., (erzeugt gelblich-aschgrauen, staubigen Schimmel).

P. Malus L., der Holzapfel, blüht im Mai, und die Früchte reifen im September. Die weißen, unterseits rosenrothen Blüthen stehen zu 3—6 in einer Doldentraube, und haben gelbe Staubbeutel. Die Kernhausfächer nach außen spitzkantig; die Scheinfrucht am Stielansatz vertieft; die Staubwege am Grunde verwachsen. Die Blätter stehen fünfzeilig, sind eiförmig, kurz zugespitzt, stumpfgesägt, noch einmal so lang, als der Blattstiel, unten bisweilen filzig (P. m. tomentosa Koch); die Winterknospen bei dem wilden Apfel, wie bei der Birne, aber meist etwas heller von Farbe, und die Seitenknospen sind dem Zweige angedrückt, bei den cultivirten Arten sind sie kurz und stumpf und an der Spitze graufilzig; die Zweige sind dornig; die Rinde schuppig und die Krone sperrig. Er bleibt im Höhenwuchs stets hinter dem Birnbaume zurück; findet sich in Laubwäldern durch ganz Europa in mehreren Varietäten, in Deutschland nur in der Ebene und auf niederen Bergen, steigt aber in den Vorbergen der Alpen bis zu 875 m und als Strauch noch höher auf; in Norwegen findet er sich in den Niederungen bis zum 63.°, bleibt daselbst jedoch strauchförmig. Von ihm sollen die cultivirten Apfelsorten, P. m. sativa, abstammen. Das Holz wird wie vom Birnbaum benutzt; seine Brennkraft beträgt aber nur 0,77 des Buchenholzes; ein Kubikmeter wiegt lufttrocken 750 kg. Der strauchartige Johannisapfel oder Paradiesapfel, P. praecox Pall., mit frühreifen gelben, süßen Früchten, ist nur eine Varietät des vorigen; er wird vorzüglich als Unterlage für Zwergobst angewendet. Der „Paradiesapfel" unserer Gärten ist P. prunifolia Willd. Als Zier-Aepfelbäume in Gärten werden noch angepflanzt: Pirus baccata L., P. coronaria L., P. spectabilis Ait.

Pflanzliche Parasiten auf Pirus Malus. An den Apfelblättern: Roestelia penicillata Oerst., der Apfelrost (zu Gymnosporangium clavariaeforme Oerst. auf Juniperus communis gehörig). An der Apfelfrucht: Fusikladium (Kladosporium Wallr.) dendriticum Fckl., (bildet olivenbräunliche Rostflecken, ohne Fäulniß). Oidium fructigenum Schm. et Kze. (erzeugt einen gelblich aschgrauen, staubigen Schimmel). Phoma pomorum v. Thüm., (schneeweiße, rothgesäumte Flecken mit 6—8 schwarzen Perithecien). Labrella Pomi Thüm., „Punktflecken", (isolirte, nicht in Flecken stehende, ziemlich unschädliche Perithecien). Ueberreife Aepfel sind bisweilen besetzt mit Gloeosporium fructigenum Berk., in kleinen, flachen, bräunlichen Pusteln. Am Stamm des Apfel- und Birnbaumes wird der Krebs durch Nektria ditissima erzeugt (R. Hartig). An den Wurzeln: Rhizoktonia Mali Dec., weiße Mycelfäden, wahrscheinlich von Agaricus melleus.

Cydonia Pers., Quitte (XII. 4). C. vulgaris Pers., die gemeine Quitte, hat eiförmige, ganzrandige, unten filzige Blätter, und entwickelt ihre großen, einzelnstehenden, weißen oder röthlichen Blüthen im Mai; sie stammt aus dem Orient (Indien?), kommt aber jetzt auch bei uns hier und da verwildert vor und wächst strauchartig oder als kleiner Baum. Die wohlriechende harte Frucht

ist eine echte Apfelfrucht mit knorpeligen Fächern und vielen Samen in jedem derselben. Letztere sind in der Regel von dem angetrockneten Gummischleim bedeckt und zusammengeklebt, in welchen die Membran der Epidermiszellen (Fig. 12) auf Befeuchtung sich auflöst. Man pflanzt sie theils ihrer bald birnförmigen (Birnquitte), bald apfelförmigen (Apfelquitte), gelben, mit einem abwischbaren Filz behaarten Früchte halber, welche eingemacht oder gekocht gegessen werden, theils um Aepfel und Birnen darauf zu veredeln, wenn man letztere als Zwerg- oder Spalierbäume ziehen will. C. japonica Thunb., der japanische Apfel, aus Japan, mit hochrothen Blüthen, ist ein beliebter, dorniger Zierstrauch.

Parasiten der Quitte: An den Blättern bildet Gloeosporium Cydoniae Mont. (Pyrenomycet), Septoria Cydoniae Fckl. (braune Flecken). An der Quittenfrucht: Sphaeria pomorum Schweinz. (Pyrenom.); Oidium fructigenum Kze. et Sch. (Hyphom.); Dematium fructigenum Thüm. (steriles Mycelium).

B. Einzelfrüchte mit häutiger Hülle.

Sorbus L., die Eberesche (XII. 3). Die 3griffeligen Blüthen bilden reiche, dicht gedrängte, endständige Trugdolden (Fig. 428), und die Früchte sind lebhaft roth oder rothbraun, selten gelb, und beerenartig, die Blätter stehen fünfzeilig. — S. aucuparia L., die Vogelbeere, Eberesche. Ein Baum mittlerer Größe mit unpaarig (5—8paarig) gefiederten, im Alter unbehaarten Blättern, länglichen,



Fig. 428. Sorbus aucuparia. A Inflorescenz: a Nebenblättchen; B Längsschnitt durch die Blüthe: a Ovulum.

sitzenden, gegen die Spitze hin scharf-gesägten Blättchen, großen, kegelförmigen, dunkelbraunen, dicht grau-filzigen Knospen, und kugeligen, rothen, erbsengroßen Früchten; blüht im Mai, und die an Aepfelsäure reichen Früchte reifen im September. Freistehende Bäume fructificiren bereits im 12. bis 15. Jahre. Die junge Pflanze erscheint zeitig im Frühjahre mit eiförmigen Samenlappen, bleibt im ersten Jahre klein, bewurzelt sich aber stark in der Oberfläche des Bodens; schon

im dritten Jahre kommt sie in lebhaften Wuchs, und erhält sich darin bis zum 40. bis 50. Jahre, wird aber im Ganzen selten über 15 m hoch. Sie hat eine tief gehende Pfahlwurzel mit weit ausstreichenden, faserreichen Seitenwurzeln, und treibt häufige Wurzelbrut. Die Eberesche, eine der lichtliebenden Holzarten, ist in Europa und im nördlichen Asien verbreitet, und erhebt sich unter den Laubhölzern auch mit am höchsten in den Gebirgen; in den Bayrischen Alpen bis über 1600 m; in Norwegen reifen noch bei 70° die Früchte, und sie findet sich daselbst auf den Höhen bis nahe an die Birkengrenze. In höheren Lagen als Chausseebaum häufig angepflanzt, wird jedoch nicht sehr alt. Das Holz ist von geringer Dauer, aber wegen seiner Zähigkeit zu Wagnerarbeiten sehr geeignet; die Brennkraft 0,76 des Buchenholzes. Die Früchte werden vom Geflügel begierig gefressen, auch zu Branntwein benutzt und auf Aepfelsäure ausgebeutet.

S. domestica L., der Speierling, hat kahle Knospen, und birnförmige, über 2,6 cm lange, grünlich-gelbe, roth-bunte Früchte, welche, wenn sie „teig" sind, gegessen werden. Er blüht im Mai und Juni, und die Früchte reifen im September; er wächst langsamer, als der vorige, ist aber von längerer Lebensdauer, wird auch höher und dicker, und soll erst nach 200 Jahren seine volle Größe erreichen. In Frankreich soll es Exemplare geben, welche 1000 Jahre alt sind. Er ist ursprünglich in den Gebirgen von Oesterreich, Krain und dem Littorale zu Hause. Das Holz ist außerordentlich fest und zähe, röthlich-gelb, im Kerne braun und meist schön geflammt, und wird von Schreinern und Wagnern sehr geschätzt.

S. hybrida L., die Bastard-Vogelbeere (S. Aria × aucuparia), mit nur fiederspaltigen Blättern, sonst dem Vogelbeerbaume ähnlich, findet sich auf dem südlichen Abhange des Thüringer Waldes; in Norwegen allgemein in den Tiefen bis zum 63°.

S. torminalis L., die Elsbeere, mit eiförmigen, spitzig-gelappten, beiderseits kahlen Blättern, und stumpf-eiförmigen, am Grunde etwas erweiterten, rothbraunen und grün-bunten, glatten und glänzenden Knospen; blüht im Mai, und die braunen Früchte reifen im September. Der Same keimt im Frühlinge 3 bis 4 Wochen nach der Saat; die junge Pflanze bleibt in den ersten Jahren klein, dringt mit der Pfahlwurzel tief in den Boden, bildet jedoch auch zahlreiche Seiten- und Faserwurzeln; sie wächst langsam, erreicht eine ziemliche Höhe und Stärke und trägt mit dem 25. bis 30. Jahre Früchte. Vom Stocke schlägt sie nur wenig aus. Ihr Vaterland ist Mitteleuropa und das westliche Asien; im südlichen Bayern findet sie sich baumförmig nur bis gegen 600 m. Das sehr feste, harte, zähe und schön geflammte Holz ist als Werkholz sehr geschätzt; die Brennkraft 0,93 des Buchenholzes; ein Kubikmeter wiegt grün i. M. 1000 kg, lufttrocken 790 kg. Die Früchte werden weich geworden gegessen, und von dem Geflügel, namentlich Fasanen, sehr gesucht, weshalb man die Elsbeere auch in Fasanerien anpflanzt.

S. Arĭa Crtz., die Mehlbeere, mit ungetheilten, eiförmigen, stumpfen, am Rande gezähnten, unten weiß-filzigen Blättern und eiförmigen, zugespitzten Knospen, deren Schuppen grünlich-braun, braun-gerandet und mit einzelnen langen weißen Haaren besetzt sind. Sie wächst meist nur strauchartig, erreicht aber doch

mitunter eine bedeutende Stärke; so findet sich am Geisacherberg bei Tölz in 760 m Höhe ein Baum, dessen Stamm fast 2 m Umfang hat. Ihr Wuchs ist sehr langsam, sie schlägt aber leichter vom Stocke aus. Findet sich in Deutschland hier und da bis zur subalpinen Region, in unseren Alpen bis zu 1400 m, in Norwegen in den Thälern bis zu 63½°. Das als Werk- und Brennholz vortreffliche Holz übertrifft an Güte noch das der Elsbeere (ein Kubikmeter wiegt grün i. M. 1115 kg, lufttrocken 877 kg), und die orangerothen, unschmackhaften Scheinfrüchte können auf Essig und Branntwein verarbeitet werden. Sehr verwandt ist S. latifolia Pers. (decipiens Bechst.), die Bastard-Mehlbeere (S. torminalis × Aria), mit am Rande gelappten, unten filzigen Blättern; die Früchte sind gelb bis röthlich, welk, viel weniger saftig, mehliger und unschmackhafter, auch ist die Spitze des Kernhauses viel weniger fest, als bei S. Aria; ihr Wuchs aber ist rascher, so daß sie in 80—100 Jahren eine Höhe von 18—20 m erreicht. Sie findet sich hier und da in Laubwäldern, namentlich in Thüringen, auf der rauhen Alp, auf der Nendinger Höhe bei Ludwigsthal im Württembergischen 2c.

S. intermedia Ehrh., die nordische Elsbeere, mit gelbbrauner Scheinfrucht, weißen Blüthen, länglich-elliptischen, lappigen, unterseits graufilzigen Blättern; Lappen stachelspitzig, die oberen kleiner. Stammt aus Schweden.

S. chamaemespilus L., die Zwerg-Mispel. Ein Alpenstrauch mit eßbaren, schwarzrothen Früchten, unterseits etwas filzigen, oberseits dunkelgrünen, ei-lanzettlichen Blättern. Blüthenblätter außen weiß, innen röthlich. Staubfäden weiß, Antheren purpurroth. S. melanokarpa Willd. (Aronia arbutifolia Pers.) und S. arbutifolia L. (Aronia pirifolia Pers.). Zwei Ziersträucher aus Nordamerika mit einfachen Blättern; Blüthen weiß, in einfachen Doldentrauben. Scheinfrüchte bei ersterer schwarz, bei letzterer roth.

Pflanzliche Parasiten von Sorbus aucuparia: An den Blättern: Roestelia cornuta Pers. (Aecidium des Gitterrostes Gymnosporangium conicum Oerst. auf Juniperus communis); Melampsora pallida Rostr. (kleine, blaß-braune Teleutosporen-Lager an der Unterseite); Fusikladium orbiculatum Thüm.; Septoria Sorbi Ces. (Blattflecken). An der Wurzel: Armillaria mellea, Hallimasch. — Auf S. torminalis: An den Blättern Roestelia cornuta Pers., Asteroma Crataegi Fr. — Auf Sorbus Aria: An den Blättern: Roestelia penicillata Oerst. (Aecidium des Gitterrostes Gymnosporangium clavariaeforme Oerst. auf Juniperus communis); Melampsora Ariae Fckl. (blaß-braune Teleutosporen-Lager auf der Unterseite); Kerkospora Ariae Fckl. (gelbe Flecken). Auf S. chamaemespilus: Roestelia penicillata Oerst.

Amelanchier Med., Felsenbirne. Die Kronenblätter keilförmig-lanzettlich; Blätter einfach, rundlich, Fruchtfächer dünnhäutig, durch eine unvollständige Scheidewand 2fächrig, mit je einer Samenknospe. A. vulgaris Mnch. (A. ovalis Med., Aronia rotundifolia Pers., Mespilus Amelanchier L.), die Felsenbirne, wächst als Strauch an Berghängen und in Felsenspalten und ist durch das ganze Alpengebiet und weiter in Deutschland (Thüringen 2c.) verbreitet. Sie blüht im April und Mai. Die noch nicht völlig entwickelten Blätter sind weiß-filzig, später erscheinen sie unbehaart, rundlich-elliptisch. Die weißen Blüthen bilden lockere Trauben. Die Scheinfrucht ist beerenartig, indem die Einzelfrüchtchen von einer sehr dünnen, weichen, kaum sichtbaren Haut umschlossen sind. A. canadensis Torr. et

Gray, die Canadische Felsenbirne, ein Zierstrauch aus Nord-Amerika mit länglich-elliptischen Blättern, kugligen, schwarzen Früchten. Weiße Blüthen in reichen, herabhangenden Trauben.

Parasiten auf Amelanchier vulgaris. An den Blättern: Roestelia cornuta Pers. (Aecidium des Gitterrostes Gymnosporangium conicum Oerst. auf Juniperus communis).

C. Einzelfrüchte steinfruchtartig (Steinapfel).

Mespilus L., die Mispel (XII. 5). Die 5 Steinkerne sind ganz in das Fruchtfleisch eingesenkt. M. germanica L., die gemeine Mispel, mit fast stiellosen, länglich-lanzettförmigen, weichhaarigen Blättern, entwickelt die einzeln stehenden, weißen, fünfgriffeligen Blüthen (Fig. 225) im Mai, und die Früchte zeitigen Ende Octobers; die Scheinfrüchte (Fig. 252) haben die Größe einer Wallnuß, enthalten knochenharte Nüßchen und werden von einer erweiterten Scheibe begrenzt, deren Durchmesser dem der Frucht fast gleich ist; sie sind dunkelbraun und können erst gegessen werden, nachdem sie „teig“ geworden sind. Sie findet sich im südlichen Deutschland und der südlichen Schweiz angeblich wild (mit Dornen an den Langtrieben), vielleicht auch hier, wie im übrigen Deutschland, nur verwildert, indem Persien für das Vaterland der Mispel gehalten wird.

Parasiten auf Mespilus germanica. An den Blättern: Roestelia penicillata Oerst. (Aecidium des Gitterrostes Gymnosporangium clavariaeforme auf Juniperus communis); Hirudinaria Mespili Ces. (Rußthau, Unterseite); Morthiera Mespili Fckl. (Blattflecken).

Crataegus L., der Hagedorn, Weißdorn (XII. 2). Die Frucht erscheint steinfruchtartig, indem die 1—5 in die fleischige Scheibe eingesenkten Früchtchen knochenharte Nüßchen darstellen, von denen jedes 2 oder durch Fehlschlagen 1 Samen enthält; sie wird von einer Scheibe begrenzt, welche einen kleineren Durchmesser hat, als sie selbst. Die Blüthen bilden kleine Doldentrauben. Die Arten dieser Gattung sind Sträucher erster Größe mit dornigen Zweigen und gewöhnlich rothen Früchten; die Blätter der einheimischen Arten sind lappig.

Cr. oxyakantha L., der gemeine Weißdorn, mit 2 (bis 3) Griffeln, und Cr. monogyna Jacqu., mit 1 Griffel, sind beide unter dem Namen Weißdorn bekannt. Sie bilden bis 3 m hohe Sträucher, die bisweilen selbst baumartig werden; die Blätter sind verkehrt-eiförmig, 3—5lappig, gesägt, an der Basis keilförmig, bei Cr. monogyna meist tiefer eingeschnitten und dunkler grün, als bei Cr. oxyakantha; die Blüthen erscheinen Anfangs Juni und bilden Doldentrauben am Ende kurzer, beblätterter Zweige; die Blüthenstiele sind bei Cr. oxyakantha glatt, bei Cr. monogyna behaart; die Früchte, von der Größe einer kleinen Haselnuß, sind hochroth, enthalten bei Cr. oxyakantha 2 oder 3, bei Cr. monogyna 1, selten 2 Nüßchen, und reifen im October. Der im Herbst gesäete Same keimt nach 1½ Jahren. Die unteren Zweige sind stark mit spitzigen, langen Dornen besetzt (Fig. 145). Der Weißdorn verträgt den Schnitt gut, und eignet sich daher besonders zu lebenden Zäunen; bildet einen reichlichen Stockausschlag, aber nur geringen Wurzelausschlag. Er ist über Europa und das nördliche Asien verbreitet, findet sich in Deutschland überall häufig, wird im südlichen Deutschland noch bei

1370 m Höhe und in Norwegen bis höchstens zum 63.° gefunden. Das Holz älterer Stämme ist röthlich-weiß, sehr fest und feinfaserig, und wird daher von Maschinenbauern und Drechslern sehr gesucht; die ganzen Sträucher benutzt man in Gradirwerken. Cr. Azarolus L., im südlichen Deutschland, hat viel größere, eßbare Früchte mit zurückgeschlagenen Kelchzipfeln. Cr. pyrakantha Pers., der Feuerdorn, ist ein kleiner Strauch des südlichen Europa's mit 5 Griffeln, der wegen seiner immergrünen Blätter und zahlreichen scharlachrothen, spätreifenden Früchte häufig in unseren Gärten als Zierstrauch cultivirt wird. Gleichfalls als Ziersträucher werden häufig angepflanzt: Cr. cordata Mill., Cr. punctata Jacq., Cr. glandulosa Mnch., Cr. crus galli L., Cr. tomentosa du R., Cr. coccinea L., aus Nordamerika, Cr. grandiflora C. Koch, von unbekannter Herkunft, Cr. nigra W. et K., aus Ungarn, Cr. sanguinea Pall., aus Sibirien u. a.

Pflanzliche Parasiten von Crataegus. An den Blättern: Askomyces bullatus Bk. (blasige Auftreibungen); Hirudinaria oxyakanthae Sacc. (Rußthau unterseits); Asteroma Crataegi Fr. (strahlich sich ausbreitende Trockenflecke); Podosphaera (Erysiphe Lk.) claudestina Lèv.; Phyllaktinia (Erysiphe) guttata Lév.; Morthiera Thümei Cooke; Askochyta Crataegi Fckl.; Septoria oxyakanthae Kze. (Blattflecken). — An der Wurzel von Crat. monogyna ist der Hallimasch beobachtet worden.

Cotoneaster Med., Bergmispel. Die Scheinfrucht oben offen, indem die Steine dem Fruchtfleisch nur im unteren Theile angewachsen sind, und mit der Spitze vorragen. C. integerrima Med. (vulgaris Lindl.), die gemeine Bergmispel. Blüthenstand hangend, 2—5 blüthig; Blätter oberseits kahl, unterseits weißwollig, Kelchzähne flaumig. Früchte blutroth, glänzend, erbsengroß. In Laubwäldern Deutschlands, in Norwegen bis zum 64° 30′ und in Jemtland (Schweden) bis zum Åreskutan (63° 25′). C. tomentosa Lindl., die filzige Bergmispel. Zierstrauch aus Südeuropa. Blätter auch oberseits graufilzig, wie der Kelch; die vielblüthige Doldentraube aufrecht. C. nigra Wahlb. mit reichen, hangenden Trauben, schwarzen Früchten. Aus Sibirien, in Gärten.

Parasiten. An den Blättern von Cotoneaster vulgaris und C. tomentosa lebt Morthiera Mespili Fckl., ein Pyrenomycet, der anfangs carminrothe, später braune Flecken mit schwarzen Perithecien erzeugt.

Ordnung: Calycantheae.

Sträucher mit gegenständigen Blättern, perygінischen Blüthen und eiweißlosen Samen.

Calycanthus floridus L., der Gewürzstrauch, aus Nordamerika, dient seiner glänzenden Blätter und ungemein wohlriechenden, zimmtbraunen Blüthen halber als Zierde unserer Gärten.

Ordnung: Rosaceae, Rosengewächse.

Zahlreiche Fruchtknoten sind in den emporgewölbten, später fleischigen Fruchtboden eingesenkt (Fig. 185); Blüthen oberständig (Diagramm s. Fig. 223); Früchte nußartig.

Rosa L., der Rosenstrauch. Viele einsamige, mit borstigen Haaren besetzte Fruchtknoten mit eben so vielen, seitlich angesetzten Griffeln sitzen in der becherförmigen Scheibe, welche zur Zeit der Reife meist fleischig wird, und dann unter dem Namen Rosenapfel oder Hagebutte bekannt ist. Die zahlreichen Arten sind, mit Ausnahme der heißesten Gegenden, fast über die ganze Erde verbreitet; alle bilden Sträucher, die meist an Zweigen und Blättern mit Stacheln versehen sind. Die bei uns wild wachsenden Arten (R. canina L., die Hundsrose, arvensis L., die liegende Rose, tomentosa Sm., die Sammetrose, rubiginosa L., die Weinrose, pumila L., die Zwergrose, u. a.) betrachtet der Forstmann, wie der Landwirth, als ein Unkraut, welches bei Culturen oft sehr hinderlich wird.[1]) Die Hagebutten, namentlich von R. pomifera Herrm., der Apfelrose, werden gegessen. Verschiedene Arten aber werden wegen ihrer schönen, wohlriechenden Blüthen als sehr beliebte Ziersträucher in unzähligen Spielarten in den Gärten gezogen; die beliebtesten und häufigsten sind R. centifolia L., die Gartenrose, Centifolie, welche aus dem Orient zu uns gekommen sein soll und wozu R. alba, die weiße Gartenrose und R. gallica, die Essigrose, gehören. Außerdem R. lutea Mill., die gelbe Rose, R. alpina L., die Alpenrose, R. rubrifolia Vill., die rothblättrige Rose, R. cinnamomea L., die Zimmtrose u. a. Das berühmte ätherische Rosenöl, „Attar“, welches theils aus Ostindien, theils aus der Levante zu uns kommt, wird durch Destillation aus den Blumenblättern der rothblühenden Rosen, besonders R. sempervirens L. („Monatsrose“), R. damascena Mill., R. centifolia u. a., das beste von R. moschata Ait., gewonnen; es ist sehr theuer, da man nur sehr kleine Mengen aus einer großen Quantität der Blätter erhält.

Parasiten an Rosenblättern: Phragmidium Rosarum Rbh. (Rost); Sphaerotheka (Erysiphe) pannosa Lév.; Kapnodium Personii Berk. et Desm. (Rußthau); Askochyta Rosarum Lib.

2. Dryadeae.

Zahlreiche Fruchtknoten wachsen zu einer oberständigen Scheinfrucht aus. Die Einzelfrüchte sind einsamige Steinfrüchte oder Nüsse.

Rubus L., Brombeerstrauch (XII. 5). Kelch und Krone 5blättrig, ohne Außenkelch, Staubgefäße und Stempel zahlreich; die einsamigen Fruchtknoten sitzen auf einem kegelförmigen, nach der Blüthe sich vergrößernden Stempelträger, und werden zuletzt zu fleischigen Steinfrüchten, welche unter einander verwachsend eine Art zusammengesetzter Beere darstellen. Meist Sträucher mit 3—7zähligen Blättern. Man unterscheidet neuerdings eine große Menge Arten[2]), zu deren Charakteristik außer den Blüthen und Früchten auch die Beschaffenheit der Blätter an den nicht fructificirenden Schößlingen dienen und in 4 Untergattungen mit mehr als 100 Species zerfallen.

---

[1]) Das wohlriechende, sehr harte sogenannte „Rosenholz“ stammt nicht von Rosen, sondern von Convolvulus skoparius L. fil. auf Teneriffa.

[2]) W. O. Focke: Synopsis Ruborum Germaniae. Bremen 1877, charakterisirt gegen 120 Rubus-Arten.

a. Steinfrüchtchen vereinigt; Stengel 1jährig, einblüthig; Blätter einfach, gelappt (Chamaemorus).

R. chamaemorus L., die Zwergmaulbeere, Multebeere. Blätter nierenförmig, 5lappig, Blüthen diclinisch; Stengel stachellos, ohne Ausläufer, einblüthig. Die großen, nicht zahlreichen Steinfrüchte orangegelb.

b. Steinfrüchtchen nicht zusammenhangend, 1—6, hochroth. Steine schwach gerunzelt. (Cylactis Rafin).

R. saxatilis L., die Felsen-Brombeere. Blätter 3zählig, Blättchen beiderseits grün. Steinfrüchtchen hochroth. Die fruchtbaren Stengel aufrecht, 10—25 cm hoch, die unfruchtbaren niederliegend, dünn, feinstachlig. An schattigen, quelligen Orten, zwischen Steinen.

c. Steinfrüchtchen verbunden vom kegelförmigen Fruchtboden sich ablösend. Stengel 2jährig, verholzend. Fructification im 2. Jahre.

R. Idaeus L., die Himbeere (Fig. 250), mit 3—5zählig-gefiederten, unterseits weißfilzigen Blättern. Fruchtknoten behaart. Früchte wohlschmeckend, roth (selten in Cultur gelb). Ein etwa 1 m hoher Strauch mit bereiften Schößlingen; blüht im Mai, reift im August. Findet sich in ganz Deutschland, besonders in lichten Buchen- und Eichenwaldungen der Ebenen und Vorberge auf bindigem, feuchtem Boden, und wächst mitunter so dicht, daß jeder andere Pflanzenwuchs verhindert wird. Sie vermehrt sich stark durch Wurzelbrut und überzieht, aus verschleppten Samen aufgehend, rasch ganze Schläge.

d. Steinfrüchtchen verbunden mit dem Fruchtträger sich ablösend. Stengel 2jährig (bisweilen mehrjährig). Fructification im 2. Jahre.

1) Blüthenstiele ohne Stieldrüsen, Schößling unbehaart.

R. plicatus Weihe et N. (R. **fruticosus** L.), die gefaltete oder gemeine Brombeere. Kelchzipfel grün, weißrandig, später abstehend. Stacheln stark, zusammengedrückt, ihre Spitze etwas zurückgebogen. Schößling scharfkantig, besonders oberwärts, nicht bereift. Blätter 5zählig, beiderseits grün, Staubgefäße kaum so hoch, wie die Griffel. Blüthen klein, weiß oder blaßröthlich. Früchte glänzend schwarz. Blüht im Juli und August, in Gebüschen, Hecken, an Waldrändern ꝛc., wird 2—4 m lang, ein oft recht lästiges Unkraut.

R. suberectus And., die aufrechte B., in feuchteren Gebüschen und Rändern, mit kleineren, meist schwarzrothen Stacheln. Schößling stumpfkantig. Blüthen groß; Staubgefäße die Stempel überragend; blüht im Juni. — R. nitidus W. et N., die glänzende B., mit rispigem Blüthenstand, Blättchen oberseits glänzend, mit gelblichen Nerven; blüht im Juli, August. Trocknere Waldränder und Wälder bewohnt R. rhamnifolius W. et N., die Kreuzdorn-B., mit dichtrispigem Blüthenstand, grau-grünen, später zurückgeschlagenen Kelchzipfeln, rothen oder gelblichen Griffeln, rückwärts gekrümmten, an der Basis sehr breiten, am Blüthenstand gelblichen Stacheln; das Endblättchen rundlich oder rundlich-elliptisch. Frucht schwarz. R. candicans W., die weißliche B., mit oberseits kahlen, unterseits weißfilzigen, etwas lederartigen Blättchen. Frucht glänzend schwarz; nicht selten. R. sylvaticus W. et N., die Wald-B., mit beiderseits weichhaarigen Blättern. R. caesius L., die bereifte B. Schößlinge sind rund,

oft drüsig, bereift, mit kleinen gleichartigen Stacheln. Blätter meist 3zählig, unterseits blasser. Frucht bereift. In Ufergebüschen etc. häufig.

Parasiten auf Rubus: Auf den Blättern von R. fruticosus und R. caesius erzeugt Phragmidium incrassatum Lk. var. Ruborum (Phr. Ruborum Wallr., Uredo Ruborum Dec.) im Herbst schwarze Flecken. — Kerkospora Rubi Sacc. (ein Pyrenomycet). Askochyta Rubi Lasch (Pyren.). Stigmatea Chaetomium Rbh. bildet an der Oberseite der Brombeer- und Himbeerblätter Perithecien mit schwarzer Borste. St. Winteri Passer., erzeugt kahle Perithecien auf rothrandigen, braunen Flecken der Oberseite. — Auf den Blättern der Himbeere: Phragmidium intermedium Ung., der Rost der Himbeerblätter. Oidium Ruborum Rbh.

Potentilla L., das Fingerkraut. Blüthen mit Außenkelch, mit trockenen Schließfrüchten, Fruchtboden sich nicht vergrößernd. Zahlreiche meist gelb blühende Arten; in Wäldern und an Waldrändern hauptsächlich P. procumbens Sibth., alba L., Fragariastrum Ehrh., sylvestris Neck. (Tormentilla erecta L.), rupestris L.

Fragaria L., die Erdbeere. Fruchtboden saftig aufschwellend, trägt die trockenen Früchtchen an der Oberfläche. F. vesca, die Wald-Erdbeere, hat an den Blüthenstielen angedrückte, sonst abstehende Haare, sitzende Blättchen und Zwitterblüthen. F. elatior Ehrh., die hohe E., mit überall abstehenden Haaren, kurzgestielten Blättchen und unvollständig 2häusigen Blüthen, wird höher als erstere; beide mit abstehenden oder zurückgeschlagenen Fruchtkelchen, überall in Wäldern. F. collina Ehrh., die Hügel-E., mit aufrechtem Fruchtkelch, gelblich-weißen, unvollständig 2häusigen Blüthen, an sonnigen Hügeln, Rainen der Kalksteingebirge. F. grandiflora und virginiana, nordamerikanische Arten, mit größeren Früchten, cultivirt.

3. Spiraecaeae.

Spiraea L., Spierstaude (XII. 4). Die hierher gehörigen Arten sind meist kleine, zierliche, reichblühende Sträucher mit balgfruchtartig nach innen aufspringenden Früchten und einfachen Blättern, werden häufig in Anlagen gezogen und kommen zum Theil schon im südlichen Deutschland vor, wie Sp. salicifolia L., S. ulmifolia Scop., opulifolia L., sorbifolia L., chamaedryfolia L. u. a. Viele aber stammen aus Nord-Amerika u. a. Ländern. Einige fiederblättrige Arten, deren oberirdische Theile aber im Herbste absterben, finden sich auch bei uns häufig, z. B. Sp. Aruncus L., der Geisbart, eine hochbuschige, 2häusige Pflanze mit großen, weißen Blüthenrispen, welche an Waldbächen, Quellen, in feuchten Gebirgsthälern wächst. Sp. Ulmaria L., mit großen Nebenblüthen, unterbrochen gefiederten Blättern, Zwitterblüthen in Trugdolden, in feuchten Gebüschen, an Ufern etc.

Ordnung: Amygdaleae.

Kelch und Blumenkrone regelmäßig 5blätterig, und nebst den 20 u. m. Staubblättern auf der unterständigen Scheibe befestigt, in der Knospenlage einwärts gekrümmt; Fruchtknoten 1fächerig mit 2 hangenden Samenknospen; 1 Griffel

mit einfacher Narbe; Steinfrucht; Blätter abwechselnd, einfach, mit Nebenblättern. Blattstiel öfter mit Drüsen besetzt. Alle hierher gehörigen Pflanzen sind Bäume oder Sträucher.

Amygdalus L. (XII. 1), Mandelbaum; ausgezeichnet durch eine lederartige, unregelmäßig aufspringende Steinfrucht. A. communis L., der Mandelbaum, mit lanzettlichen, gesägten Blättern; der Stein von kleinen Löchern durchbohrt; wächst wild im südlichen Europa, und gedeiht in Deutschland nur in wärmeren Lagen; er blüht im Februar bis April, und die Drupa reift im August oder September. Von ihm stammen die Mandeln, nach deren Eigenschaften man mehrere Spielarten, namentlich die süßen (var. amara Heyn) und bitteren Mandeln (var. dulcis Heyn), unterscheidet; weniger wichtig sind die Krachmandeln (var. fragilis), bei welchen der Steinkern nur eine dünne Schale bildet. Die süßen Mandeln liefern ein mildes, fettes Oel, die bittern Blausäure. A. nana L., die Zwergmandel, ein niedlicher Strauch, welcher durch seine schönen, rothen Blüthen, die sich im ersten Frühjahre entwickeln, unseren Gärten zur Zierde dient; er wächst wild bei Wien, und geht an der Donau hinauf bis gegen Bayern.

Persica vulgaris Mill., der Pfirsichbaum, stammt aus Persien, wird seiner wohlschmeckenden, saftigen, nicht aufreißenden Steinfrüchte halber in mehreren Spielarten bei uns cultivirt.

Parasiten an den Pfirsichblättern: Sphaerotheka pannosa Lév. Exoascus deformans Fckl. (Kräuselkrankheit). Kerkospora persica Sacc. (unterseits weißliche Flecken).

Prunus (XII. 1), Pflaume. Steinfrucht saftig mit glattem oder gefurchtem Steinkerne ohne Poren; Blüthen weiß.

A. Aprikosen, Armeniaca. Steinfrucht sammethaarig. Blüthen einzeln oder paarweise vor den Blättern, letztere auf drüsigen Stielen. Knospenblattlage eingerollt.

Pr. armeniaca L. (Armeniaca vulgaris Tourn., Aprikosenbaum, stammt aus dem gebirgigen Mittelasien, Armenien 2c., und hält daher bei uns, seiner Früchte wegen häufig angebaut, gut aus.

B. Kirschen (Cerasus Tournef.), mit kahlen, unbereiften Früchten und rundlichem Steinkerne; Knospenblattlage zusammengeschlagen; Blüthen doldig. •

Pr. avium L., die Vogelkirsche, Süßkirsche, mit etwas runzeligen, auf der Unterseite flaumhaarigen, elliptischen, zugespitzten, gesägten, fünfzeilig-gestellten Blättern und zwei Drüsen am Blattstiele; eiförmigen, etwas zugespitzten oder stumpfen Knospen, mit röthlich-braunen, heller gerandeten, etwas runzeligen Knospenschuppen. Die Blüthen (Fig. 429) bilden Dolden und erscheinen im Mai aus gemischten Knospen, deren Blätter gewöhnlich abortiren. Die runden, kahlen Früchte reifen im Juli. Trägt gewöhnlich erst gegen das 20. Jahr hin Früchte. Wächst in den ersten Jahren sehr langsam, und hat mit dem 50. Jahre den Hauptwuchs vollendet, wobei der Stamm oft 18 m hoch und mehr als 1 m stark wird. Die gummireiche Rinde ist bis in's hohe Alter von einer dünnen, papierähnlichen, aschgrauen und seidenartig glänzenden Borke bekleidet, die sich in Bändern ablöst. Die Wurzel dringt mit starken Aesten in den Boden und treibt starke, weit ausstreichende Seitenwurzeln; sie treibt keine Wurzelbrut. Die junge Pflanze erscheint

nach der Sommersaat zeitig im Frühjahre; die Samenlappen verkehrt-eiförmig, dick und fleischig, auf der inneren Seite flach, auf der äußeren convex mit einer breiten Vertiefung längs der Mitte. Von diesem Baume stammen unsere verschiedenen Süß- und Herzkirschen. Man unterscheidet die Varietäten: vulgaris, die Vogelkirsche; juliana, die weiche Herz- oder Molkenkirsche; duracina, die harte Herz- oder Knorpelkirsche. Er findet sich durch ganz Deutschland, steigt in unseren Alpen bis 1000 m, als Strauch aber noch etwa 100 m höher an, wächst in Norwegen wild noch bis zum 61.°, veredelt bis zum 66.° n. Br., und liebt einen mehr trockenen, als nassen, besonders Kalkboden. Das Holz ist zähe, feinfaserig und hart, und wird von Wagnern, Schreinern und Maschinenbauern sehr geschätzt; seine Dauer ist aber gering. Die Brennkraft = 0,8 des Buchen-



Fig. 429. **Prunus avium.** Blüthenstand (nat. Gr.).

holzes; ein Kubikmeter wiegt grün etwa 650—1050 (i. M. 850) kg, lufttrocken 570—785 (i. M. 678) kg. Außerdem werden bekanntlich die Früchte und das aus dem Stamme ausfließende Gummi benutzt.

Pr. Cerasus L., die Sauerkirsche, Weichsel; stammt aus Asien und findet sich in Deutschland nur verwildert. Unterscheidet sich von der vorigen vorzüglich durch die kahlen, glänzenden, etwas lederartigen und dunkler grünen Blätter. Laubblätter an den Dolden entwickelt. Man unterscheidet u. a. die Varietäten acida, mit farblosem Fruchtsaft und kürzerem Fruchtstiel: Glaskirsche, und austera, mit gefärbtem Fruchtsaft und längerem Fruchtstiel: Amarellen oder Morellen. Die Sauerkirsche bildet nur einen niederen Baum oder verwildert gar nur einen Strauch und treibt weit umherkriechende Wurzelausläufer. Im Uebrigen kommt sie wesentlich mit der vorigen überein.

Pr. chamaecerasus Jacq., die Zwergkirsche, Ostheimer Kirsche. Ein Strauch mit rothen oder braunen Früchten, verkehrt-eiförmigen Kronenblättern, drüsenlosen Blattstielen, an trockenen, sonnigen Hügeln.

C. Traubenkirschen, Padus. Blüthen in Trauben, nach den Blättern aufbrechend; Frucht kahl und unbereift.

Pr. Padus L., die Traubenkirsche, Ahl- oder Elsenkirsche. Die starkriechenden Blüthen bilden lange, überhangende Trauben und erscheinen im Mai; die erbsengroßen, schwarzen Steinfrüchte mit starkgrubigem Kerne reifen im Juli; die Blätter sind elliptisch, gesägt, etwas runzelig und stehen fünfzeilig; die Blattstiele 2drüsig; die Knospen spindelförmig, die Knospenschuppen braun, runzelig, die untersten gegen die Spitze hin weißlich, an der Spitze meist ausgerandet mit hervorragender Mittelrippe. Treibt reichliche Wurzelbrut, findet sich als Baum und Strauch wild in ganz Deutschland, steigt bis zur subalpinen Region, in den Bayrischen Alpen bis 1320 m, auf, und kommt in Norwegen bis zum 70.° überall wild vor. Das Holz wird von Schreinern sehr geschätzt.

Pr. virginiana L., die virginische Traubenkirsche, mit aufrechten Trauben und rothen Früchten.

Pr. serotina Ehrh., die spätblühende Traubenkirsche. Ein schöner Baum oder Großstrauch mit glänzenden, ei-lanzettlichen, unterseits mattgrünen Blättern, Adern der Unterseite an der Basis filzig behaart. Blüthen gelblich Beeren erbsengroß, schwarz.

Pr. Mahaleb L., die Mahalebkirsche oder türkische („echte") Weichsel. Die kurzen aufrechten Doldentrauben erscheinen im Mai, und die schwarzen ungenießbaren Früchte reifen im Juli oder August; die Blätter sind rundlich-eiförmig, stumpf gesägt, an der Basis schwach herzförmig; Blattstiele drüsenlos. Die jungen Triebe weichhaarig. Zur Blüthezeit riecht die Rinde sehr stark und angenehm, weshalb um diese Zeit die schlanken Schößlinge geschnitten und zu Pfeifenrohren und Spazierstöcken verarbeitet werden. Sie bildet gewöhnlich einen Strauch, selten einen kleinen Baum, und wächst vorzüglich im südlichen und östlichen Deutschland, aber auch in Baden und im Elsaß; häufig ferner in Ungarn, und steigt bis in die subalpine Region auf.

Pr. laurocerasus L., der Kirschlorbeer. Mit großen, glänzenden, immergrünen, lorbeerartigen Blättern, welche viel Blausäure enthalten. Stammt aus Persien, wird in England zu großen, schönen Gartenhecken verwendet, hält aber in Mitteldeutschland ohne Winterdecke nicht gut aus.

D. Pflaumen. Steinfrucht kahl, bereift, mit länglichem Steinkerne. Knospenblattlage aufgerollt. Blüthen einzeln oder paarweise, vor den Blättern (aus besonderen Knospen) hervorbrechend.

Pr. domestica L., die Zwetsche, mit kahlen Zweigen, elliptischen Blättern; kegelförmigen, an der Spitze mit einigen abstehenden Haaren besetzten Winterknospen, braunen, runzeligen, am Rande etwas zerschlitzten Knospenschuppen mit vortretender Spitze, und länglichen, bereiften Früchten. Blüthenknospen meist 2blüthig; Blüthenstiele flaumhaarig; Zweige kahl; Blüthen grünlich-weiß. Blüht

im Mai, und die Früchte reifen im September. Sie scheint ursprünglich im nördlichen Asien und südlichen Europa heimisch zu sein, wird aber ihrer Früchte wegen überall in Deutschland cultivirt. In Norwegen gedeiht sie bis zum 64.°. Sie ist die Stammmutter aller länglichen Pflaumen; insbesondere sind die Dattelpflaumen, Kaiserpflaumen; Eierpflaumen ꝛc. hybride Formen von dieser und der folgenden Art. Das feste, am Kerne braungeflammte Holz wird für feinere Arbeiten sehr geschätzt.

Pr. insititia L., die gemeine oder Haferpflaume. Mit fein sammthaarigen, häufig bedornten Zweigen, elliptischen Blättern, flaumhaarigen, zu zwei stehenden Blüthenstielen, weißen Blüthen, welche vor denen des Zwetschenbaums aufblühen, und runden, bereiften Früchten; findet sich nicht selten in Deutschland wild, und von ihr stammen alle kugelförmigen und rundlichen Pflaumen ab (Mirabelle, Reine-Claude ꝛc.).

Pr. spinosa L., die Schlehe, der Schwarzdorn. Bildet einen $2\frac{1}{2}$—3 m hohen Strauch, dessen untere Seitenzweige häufig zu Dornen verkümmern, und treibt reichliche Wurzelbrut. Die meist einzeln stehenden Blüthenstiele sind kahl, die Blätter elliptisch oder breit-lanzettförmig, unterseits weichhaarig, und die kugeligen, schwarzen Früchte blau bereift. Sie ist in Deutschland überall häufig, und wird vorzüglich in Gradirwerken benutzt. Die Früchte schmecken herb.

Parasiten der Gattung Prunus. An den Blättern von Prunus spinosa, domestica, insititia, armeniaca schmarotzt Puccinia Prunorum Lk. (Rost mit unbekanntem Aecidium). An Pr. Padus: Melampsora areolata Fr. An Pr. Cerasus: Mel. Cerasi Schulzer (in Ungarn und Italien, in Deutschland noch nicht beobachtet). An den Blättern von Pr. chamaecerasus, Cerasus, avium erzeugt Exoascus deformans Fckl. die „Kräuselkrankheit“. Auf Pr. Padus, domestica, avium, Cerasus, spinosa lebt Podosphaera Kunzei Lév. (Erysiphe tridaktyla Rbh.). Auf Pr. Padus: Aktinonema Padi Fr.; Polystigma fulvum Tul. Auf Pr. domestica und spinosa: Polystigma rubrum Tul. (Rostflecken der Pflaumenblätter). — Am Stamme von Pr. Cerasus: Polyporus sulphureus Fr. — An der Wurzel von Pr. avium: Armillaria mellea. — An der Frucht von Pr. domestica, spinosa, Padus: Exoascus Pruni Fckl. („Taschen“, „Narren“, „Schoten“. Der Fruchtknoten wird zu einem großen, hohlen Körper umgebildet, der schließlich von den Sporen mit einem mehligen Ueberzug bedeckt erscheint). An der Frucht der Weichselkirsche: Akrosporium Cerasi Rbh.

Classe: Leguminosae, Hülsenfrüchtler.

Blüthen symmetrisch, zwittrig, 5zählig. Staubgefäße meist 10. Fruchtknoten aus einem Fruchtblatt gebildet, welches in der Reife durch die Naht, an welcher die Samenknospen stehen, und durch Mitteltheilung in 2 Klappen aufspringt. Blätter zusammengesetzt, mit Nebenblättern, sehr häufig reizbar.

Ordnung: Papilionaceae, Schmetterlingsblüthige.

Der Kelch gezähnt oder 2lippig; Krone schmetterlingsförmig, auf dem Grunde des Kelches befestigt; ihre Blätter ungleich gestaltet (Fig. 256 B). Die 10 Staubgefäße entweder alle zu einer Röhre verwachsen, die freien Fruchtknoten einschließend, oder 9 verwachsend, das 10. frei, oder (selten) alle 10 frei (Sophora). Frucht eine

Hülse, ein Schizokarpium oder eine einsamige Schließfrucht. Same fast oder ganz endospermfrei.

Unterordnung: **Loteae.** Hülse 1fächrig (oder der Länge nach 2fächrig), meist mehrsamig, aufspringend. Kotyledonen bei der Keimung blattartig.

Sarothamnus skoparius Wimm. (Spartium skoparium L.), die Besenpfrieme („Braam"). Ein Strauch, welcher 1—2 m Höhe erreicht und sich vom Boden an in viele ruthenförmige, scharfkantige, eckige, häufig ganz blattlose Zweige verästelt. Blätter dreizählig. Blüthen weichbehaart. Die einzeln stehenden, großen, gelben Blüthen entfalten sich im Mai und Juni, und die an beiden Nähten zottig gewimperte Nuß reift im August und September. Der „Braam" liebt trocknen, sandigen Lehmboden in freier, sonniger Lage in mildem Klima, vermehrt sich rasch und überzieht schnell große Lichtflächen. Schatten verträgt er nicht und friert häufig in kalten Wintern bis auf den Stock zurück. In vereinzeltem Auftreten ist er als gutes Wildfutter und Besenmaterial schätzbar; außerdem aber wird er den Culturen oft sehr hinderlich.

Ulex europaeus L., der Heckensame, Stechginster. Die oberen Zweige in Dornen verwandelt, wie die Spitzen der 4kantigen Aeste. Hülse kaum länger, als der tief 2lippige Kelch, einfächrig. Auf sandigen Heiden. Mit Unrecht als Heckstrauch empfohlen.

Genista tinctoria L., der Färbeginster. Ein kleiner Strauch mit lanzettlichen, anliegend gewimperten Blättern, gipfelständigen, goldgelben Blüthentrauben und nackten Hülsen. Häufig in lichten Laubwäldern, auf trockenen Wiesen und Schlägen. Das Kraut wird zum Färben benutzt. G. germanica L., der gemeine Ginster, mit dornigem Stämmchen und behaarten Hülsen. In lichten Waldungen.

Cytisus Laburnum L. (Laburnum vulgare Dec.), der Bohnenbaum, Goldregen (Fig. 233), wird bei uns wegen der goldgelben, 20 cm lang herabhangenden Blüthentrauben, welche er im Mai entwickelt, und seidenartigen Hülsen in Anlagen häufig als Ziergewächs gezogen. Er bildet einen baumartigen, bis 6 m hohen Strauch, dessen 3zählige Blätter, Blüthen, Samen, Rinde und Wurzeln das höchst giftige, von Husemann und Marmé 1864 entdeckte Cytisin enthalten (0,03 g desselben einem Hunde oder einer Katze unter die Haut injicirt, führen sofortigen Tod herbei; 10 Samen sollen genügen, ein Kind zu tödten).

C. purpureus Scop., ein aus Oesterreich stammender kleiner Zierstrauch, mit rosen- bis purpurrothen, großen Blüthen, breit-elliptischen Blättchen und kahlen Hülsen.

C. Adami, wahrscheinlich ein Propfhybrid von C. purpureus auf C. Laburnum, bildet außer den ihm eigenthümlichen Sprossen solche von C. Laburnum und in späteren Jahren auch solche von C. purpureus.

C. alpinus Mill., der kleine Goldregen, mit kahlen Hülsen, etwas schmaleren Blättern und kleineren Trauben. $1\frac{1}{3}$—3 m hoch.

C. nigricans L., ein $\frac{2}{3}$—2 m hoher Strauch mit weichhaarigen Zweigen,

behaarten Hülsen und aufrechten, bis 9 cm langen, rothblüthigen Trauben. An trockenen Waldrändern und in Gebüschen.

Parasiten an den Blättern von C. Laburnum: Uromyces Cytisi Schröt. und Septoria Cytisi Desm.

Unterordnung: Galegeae.

Amorpha fruticosa L., ein Zierstrauch aus Nordamerika, ausgezeichnet durch mehrere neben einander stehende, lange Blüthentrauben an den ruthenförmigen, aufrechten Zweigspitzen, welche aus dicht gedrängten, dunkel-violetten, in's Braune spielenden Blüthen bestehen.

Robinia L., Schotendorn, unechte Akazie. Der Kelch 4zähnig, das obere Zähnchen etwas ausgerandet; das Fähnchen rundlich, ausgebreitet und zurückgeschlagen; die Hülse verlängert, vielsamig und gerade; die Blätter unpaarig-gefiedert; die Blüthen bilden reichblüthige, schlaff überhangende Trauben. Sämmtliche Arten gehören Nordamerika an.

R. pseud-acacia L., die weiße, unechte Akazie. Ein ansehnlicher Baum von 20 m Höhe, dessen weiße, wohlriechende Blüthen im Mai oder Juni erscheinen (Fig. 256); die Früchte reifen im October, bleiben aber den Winter über an dem Baume hangen. Er trägt oft schon vor dem 15. Jahre keimfähigen Samen; der Same bewahrt seine Keimfähigkeit viele Jahre hindurch. Die Keimpflanze (Fig. 195 a—c) erscheint mit zwei verkehrt-eirunden, anfangs ziemlich fleischigen Samenlappen (Fig. 195 k); darauf folgt ein gestieltes einfaches, rundliches Primordialblättchen (Fig. 195 a), nach diesem ein solches mit einem Endblättchen und einem Joch (b), worauf an den folgenden Blättern die Zahl der Blattpaare bis auf 12 zunimmt (c). Die junge Pflanze wächst in der Jugend rascher, als irgend eine unserer Holzarten, indem sie im ersten Jahre oft schon $1^2/_3$ m Höhe erreicht. Die Pfahlwurzel dringt in den ersten Jahren tief in den Boden, später entwickeln sich viele flachlaufende und weit ausstreichende Seitenwurzeln. Die Nebenblätter wandeln sich in starke, braune Stacheln um, so daß namentlich üppige Schößlinge, wie Stockausschläge, reichlich mit paarweise stehenden Stacheln besetzt sind (Fig. 101). Stachellose Varietäten sind R. ps.-ac. inermis Peterm., und R. ps.-ac. umbraculifera, die (fast niemals blühende) Kugel-Akazie, mit kugliger Krone. Die Robinie schlägt sehr spät aus, der Knospenschluß erfolgt so spät, daß die Zweigspitzen in der Regel erfrieren. Außerdem wird die Krone leicht vom Winde gespalten, vorzüglich wenn sich dieselbe in mehrere Hauptäste theilt, da das grüne Holz sehr brüchig ist. Sie schlägt reichlich vom Stocke aus, und die Stockloden wachsen sehr rasch; auch vermehrt sie sich stark durch Wurzelbrut. Sie liebt einen tiefgründigen, mäßig feuchten, lockeren Boden, der selbst bis zu bedeutender Tiefe trocken sein kann, und gedeiht daher selbst auf Flugsand. Das Holz übertrifft an Dauer selbst das Eichenholz, ist sehr hart und zähe, nimmt eine schöne Politur an, und wird daher von Schreinern, Drechslern, Wagnern und Maschinenbauern geschätzt. Wegen seiner Dauer eignet es sich besonders zu Wein- und Baumpfählen. Ein Kubikmeter wiegt grün 750—1000 (i. M.

875) kg, lufttrocken 560—850 (i. M. 715) kg. Die Brennkraft verhält sich zu der des Buchenholzes wie 80:100. Zwei andere Arten werden ihrer schönen Blüthen halber häufig in Anlagen gezogen: R. hispida L., die rothe oder borstige Akazie, mit stachelig-behaarten Trieben und großen, rosarothen, kugligen Blüthentrauben, und R. viscosa Vent., die klebrige Robinie, mit klebrig-drüsigen Zweigen und röthlichen Blüthen.

Parasiten. Auf den Blättchen von Robinia pseud-acacia erzeugt Septosporium curvatum Rbh. anfangs gelbliche, später hellbraune Flecken und vorzeitigen Abfall.

Caragana arborescens Lam., der große Bohnenstrauch. Ein Zierstrauch aus Sibirien mit paarig-gefiederten (4—6paarigen) Blättern, stachelspitzigen Blättchen, goldgelben Blüthendolden, und etwas stechenden Nebenblättern. — C. Chamlagu, der chinesische B., mit 2 Blattpaaren, stacheligen, herablaufenden Nebenblättern (Fig. 189), und einzelnen hellgelben, später röthlichen Blüthen. — C. frutescens Dec., der kleine B., aus Südrußland, mit lanzettlichen Nebenblättern, länglich-spateligen Blättern und gelben Blüthen. Zierstrauch.

Colutea arborescens L., der Blasenstrauch, genannt wegen seiner blasig aufgetriebenen Hülsen, im südlichen Deutschland heimisch, mit meist 11 Blättchen; Blüthen gelb mit braunem Fleck auf der Fahne. — C. cruenta Ait., der orientalische B., aus Süd-Europa, mit 7—9 Blättchen, 2 gelben Flecken auf der rothgelben Fahne. Hülse an der Spitze offen.

Unterordnung: Sophoreae.

Mit ganz freien Staubbeuteln.

Sophora japonica L., die japanische Sophore. Ein starker, schöner Baum aus Japan, mit weißen Blüthen, der in Deutschland in guter, sonniger Lage seine Fruchthülsen meist zur Reife bringt.

Unterordnung: Dalbergieae.

Fruchthülse nicht aufspringend; Blätter gefiedert.

Dipterix odorata Willd., die Tonkabohne, in Brasilien, deren wohlriechende Samen Cumarin enthalten.

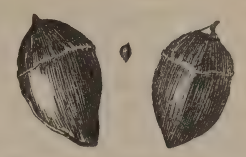
Die Ordnung der Papilionaceen enthält zugleich viele krautartige Gewächse, welche theils menschliche Nahrungsmittel, theils Futter für das Vieh liefern. So folgende in der

Unterordnung: Trifolieae, Kleeartige,

mit 9 + 1 Staubfäden.

Trifolium pratense L., der rothe Klee, ♃, eins der wichtigsten Futtermittel. Frucht eine einsamige Schließfrucht (Fig. 430). Tr. hybridum L., der Bastard- oder Schwedische Klee (Alsike); Tr. repens L., der weiße Klee, ♃; Tr. incarnatum L., der Incarnatklee, ⊙, als einjährige Futterpflanze sehr empfohlen. Tr. medium L., mit kahlen Kelchen, an Waldrändern.

Medicago sativa L., die Luzerne, ♃; M. media Pers. die Sandluzerne, ♃; M. lupulina L., der Gelbklee, ⊙, u. a. **Melilotus** alba Desr. und M. officinalis Lam., der Steinklee, ♃; **Astragalus** glycyphyllos L., mit gelblichen Blüthen, großen, 5—6 paarigen Blättern, längs getheilten Hülsen, wächst in Gebüschen, an Waldrändern 2c. nicht selten. **Glycyrrhiza** glabra L., das gemeine Süßholz, und Gl. echinata L. liefern in ihren langen Wurzeln das „Süßholz", aus welchem der Lakritzensaft gekocht wird.


Fig. 430. Schließfrucht von Trifolium pratense.

Unterordnung: Hedysareae.

Onobrychis sativa L. (Hedysarum onobrychis L.), die Esparsette; **Arachys** hypogaea L., die Erdmandel, im tropischen Amerika, reift ihre Früchte unter der Erde. **Coronilla** varia L., die Kronenwicke, ♃, an Dämmen, Hügeln 2c., mit schön weißrothen Blüthen, hat giftige Eigenschaften.

Unterordnung: Vicieae.

Unterirdisch keimend. Blätter meist mit Wickelranken; Staubfäden 9 + 1; Hülse einfächrig.

Vicia sativa L., die Saatwicke (⊙ und ⊙), eine verbreitete Futterpflanze, von welcher einige verwandte Arten, V. sylvatica L. und V. sepium L., häufig an lichten Stellen im Walde wachsen. V. hirsuta L. und V. tetrasperma L. sind im Getreide lästige Unkräuter, welche in feuchten Jahren Alles überwuchern und namentlich das Emporrichten gelagerten Getreides erschweren. V. faba L., die Saubohne, wird zur menschlichen Nahrung, und eine kleinere Form, die Pferdebohne, als vortreffliches Viehfutter cultivirt. **Ervum** lens L., die Linse, hat sich um der Samen willen, deren immer nur zwei in einer Hülse vorhanden sind, aus Südeuropa eingebürgert. **Pisum** sativum L., die Saaterbse, ⊙, mit kugelrunden Samen, in vielen Varietäten in alter Cultur. **Orobus** vernus L., die Frühlings-Walderbse, ♃, mit 2—4 paarigen, O. niger L., die schwarze Walderbse, mit 6 paarigen (trocken schwarz werdenden) Blättern, und O. tuberosus L., mit geflügeltem Stengel, wachsen in feuchten Laubwäldern häufig. **Lathyrus** sylvestris L., eine 1—2 m lange Standortspflanze für lichte Laubwälder, mit breit geflügeltem Stengel, rosa, purpurn und grünlich gefärbten Blüthen. L. odoratus L., Zierpflanze aus Sicilien.

Unterordnung: Phaseoleae.

Phaseolus vulgaris L., die gemeine Bohne, mit oberirdischen, aber nicht blattartig auswachsenden Kotyledonen, 3zähligen Blättern. Ph. multiflorus L., die Feuerbohne, mit blattartig auswachsenden Kotyledonen, und Ph. nanus L., die Zwergbohne, werden um der Samen willen cultivirt.

Ordnung: Caesalpineae.

Vorzüglich von der vorigen unterschieden durch die 5blätterige, nicht schmetterlingsblüthige, symmetrische, bisweilen fehlende Krone.

Von **Ceratonia** Siliqua L., in Süd-Europa und Kleinasien, gelangen die reifen Hülsen unter dem Namen Johannisbrod in den Handel. **Cassia** lanceolata Forsk. und obovata Collad., die getrockneten Blätter dienen als „Sennesblätter" medicinischen Zwecken; beide stammen aus Arabien. **Caesalpinia** crista und brasiliensis L., auf den Antillen, und **Guilandina** echinata Sp., in Brasilien[1]), liefern das Fernambuk- oder Rothholz (Brasiletto), und **Haematoxylon** campechianum L., in den Tropen, das Blauholz, welche Hölzer häufig in der Färberei angewendet werden. Caesalp. sappan L., in Ostindien, liefert das Sappanholz. C. coriaria Willd., im tropischen Asien; die gerbstoffreichen Früchte sind als Libidibi im Handel. **Copaiva** Jacquini Desf., glabra Vog. u. a. Arten liefern den Copaiva-Balsam. **Gymnokladus** canadensis, ein schöner Baum Nordamerika's, wird hier und da in unseren Anlagen gezogen, und ist ausgezeichnet durch den Wohlgeruch seiner Blüthen. **Gleditschia** triakanthos L., aus Nordamerika, Gl. sinensis Lam. und Gl. makroakanthos Desf., aus China, bilden große, schöne Parkbäume mit 30 cm langen Hülsen, und zeichnen sich dadurch aus, daß sich oberhalb der Blattachselknospen überzählige Knospen bilden, welche sich in dem Jahre ihrer Bildung zu braunen, glänzenden, namentlich bei letzterer sehr größen Dornen entwickeln (Fig. 147; 148).



Fig. 431. Cercis siliquastrum. Blüthenstand: a Nebenblätter; b Winterknospe mit Nebenknospe.

Cercis siliquastrum L., der Judasstrauch (Fig. 431), ein schöner Strauch des südlichen Europa's, der aber auch bei uns aushält, und dessen schöne rothe Blüthen sich im Mai vor dem Ausbruche der einfachen Blätter entwickeln.

Ordnung: Mimoseae.

Die Blüthen sind meist regelmäßig gebildet, mit 3—5zähligen Hüllkreisen, klappigem, selten dachigem Kelche, doppelt gefiederten, oft zu Phyllodien mit ver-

[1]) Die Samen von Guilandina Bonduc L. werden, gleich denen von Entada Gigalobium Dec., Cassia Fistula L., Mucuna (urens?) u. a. hin und wieder vom Golfstrom an die Westküste Norwegens geführt. Wir verdanken der Güte des Herrn Prof. C. F. Schübeler in Christiania mehrere dieser Samen, welche durch die lange Wasserfahrt weder zur Keimung angeregt worden, noch die Fähigkeit zu letzterer eingebüßt haben; wenigstens ist es, dem Zeugniß Prof. Schübeler's zufolge, Darwin gelungen, die Mucuna-Samen zur Keimung zu bringen N.

breitertem Blattstiel verkümmerten Blättern (Fig. 180); die Blüthen bilden Aehren oder Köpfchen. Bäume, Sträucher, selten Kräuter.

Acacia Farnesiana Willd., in Ost- und Westindien, mit kugligen Blüthenköpfchen auf langen Stielen und stechenden Dornen (aus Nebenblättern umgebildet). A. lophantha Willd., aus Neuholland, häufig als Zimmerpflanze cultivirt. Arabisches Gummi liefern hauptsächlich verschiedene Arten von Nord-Afrika (A. verek G. et P., vera Willd., arabica Willd., gummifera Willd., tortilis Forsk., nilotica Del. u. a.). Aus A. catechu, in Ostindien, gewinnt man, durch Eindicken des Extractes ihres Holzes, Catechu (terra japonica), welches eine eigenthümliche Gerbsäure enthält und zum Gerben, wie zum Färben von Baumwolle benutzt wird. **Mimosa** pudica L., die Sinnpflanze, aus Brasilien, deren gefiederte Blätter, vermöge eines reizbaren Bewegungsorganes an ihrer Stielbasis, bei der geringsten Erschütterung sich rasch (vorübergehend) abwärts krümmen, während zugleich die Fiederblättchen zusammenneigen.

Anhang

zu

Döbner-Nobbe's Botanik für Forstmänner.

Die Holzgewächse Deutschlands und der Schweiz

nebst einigen besonders häufig cultivirten ausländischen Arten

nach der analytischen Methode bearbeitet.

I.

Bestimmungstabelle der Ordnungen.

1. Schmarotzerpflanzen auf Bäumen . . . . . . 30.[1]) *Loranthaceae.*
Nicht schmarotzende Holzgewächse. 2.
2. Blüthen vollständig, d. h. die Blüthendecke doppelt, (Kelch= und Blumenkrone). 3.
— — unvollständig, d. h. die Blüthendecke fehlt ganz, oder ist einfach. 38.
3. Blumenkrone vielblätterig. 4.
— — — verwachsenblätterig. 27.
4. Fruchtknoten oberständig, frei. 5.
— — — unterständig. 21.
5. Mehrere getrennte, griffeltragende Fruchtknoten, oder mehrere zu einer gelappten Frucht mehr oder minder verwachsene Fruchtknoten, von denen ein jeder einen Griffel trägt. 6.
Nur ein einziger Fruchtknoten. 7.
6. Kelchblätter frei, auf dem Blüthenboden befestigt . 32. *Ranunculaceae.*
— — — in einer unterständigen Scheibe eingeschlossen . . . . 53. *Rosaceae.*
7. Fruchtknoten 1fächerig. 8.
— — — mehrfächerig, später bisweilen durch Verkümmerung 1fächerig, stets aber mit 2 oder mehr Samenträgern. 12.
8. Zwanzig oder mehr Staubblätter . . . . . . 54. *Amygdaleae.*
Höchstens zehn Staubblätter. 9.
9. Blumenkrone regelmäßig; 4—6 Staubblätter. 10.
— — unregelmäßig; meist 10 Staubblätter. 11.
10. Kelch 5spaltig; Blumenkrone 5blätterig . . . . 47. *Terebinthaceae* z. Th.
Kelch und Blumenkrone 6blätterig . . . . . . 33. *Berberideae.*

[1]) Diese Ziffern beziehen sich auf die Gruppirung der Ordnungen in Tabelle II.

11. Staubblätter 1—2brüderig; Blumenkrone schmetterlingsförmig . . . . 55. *Papilionaceae.*
— — frei; 10, selten 8—9; Blumenkrone häufig schmetterlingsförmig oder fast rosenförmig . . . 56 *Caesalpinieae.*
12. Blätter klein, nadel- oder schuppenförmig-anliegend; die Samen mit Haarschopf . . . . 37. *Tamariscineae,*
— — nicht schuppenförmig; Samen ohne Haarschopf. 13.
13. Blüthen groß, 4blätterig, einzeln auf langen Stielen in den Blattachseln, mit langen schlaffen Staubblättern . . . . 34. *Capparideae.*
— — nicht auffallend groß und nicht einzeln auf langen Stielen in den Blattachseln. 14.
14. Blumenkrone symmetrisch, meist 7 freie Staubblätter 39. *Hippocastaneae.*
— — — regelmäßig. 15.
15. Blüthen eingeschlechtig; 3 Staubblätter; Griffel kurz oder fehlend; Narbe strahlig-gelappt . . . . 45. *Empetreae.*
— — zwitterig oder polygamisch. 16.
16. 2 Staubblätter; Blumenkrone 4blätterig; Flügelfrucht . . . . 19. *Oleaceae* z. Th.
4—5 Staubblätter. 17.
Mehr als 5 Staubblätter. 19.
17. Die Staubblätter mit den Blumenblättern abwechselnd auf einem Discus stehend; Blätter zerstreut . . . . 41. *Celastrineae.*
— — außerhalb des Discus stehend, Blätter decussirt . . . . 42. *Staphyleaceae.*
— — stehen den Blumenblättern gegenüber. 18.
18. Kletterpflanzen . . . . 28. *Ampelideae.*
Klettern nicht; Kelch 4—5spaltig; die schuppenförmigen Blumenblätter wechseln mit den Kelchblättern ab . . . . 44. *Rhamneae.*
19. Flügelfrucht . . . . 38. *Acerineae.*
Keine Flügelfrucht. 20.
20. Die Hauptaxe des Blüthenstandes wird von einem großen Deckblatte gestützt, und ist eine bedeutende Strecke mit dessen Mittelrippe verwachsen . . . 36. *Tiliaceae.*
— — ist nicht mit der Mittelrippe des Deckblattes verwachsen . . . . 35. *Cistineae.*
21. Fruchtknoten einfächerig; 5 mit den Blumenblättern abwechselnde Staubblätter . . . . 31. *Ribesiaceae.*
— — mehrfächerig. 22.

22. Die Fächer liegen im Fruchtknoten in zwei ungleich großen, durch eine horizontale Querwand getrennten Kammern über einander, von denen die untere, kleinere Kammer drei, die obere, weit größere, 7—9 Fächer enthält; Samenträger wandständig. Die Blüthen sind groß und nebst dem Fruchtknoten, und dem 5—7blätterigen Kelche dunkelroth . . . 52. *Granateae.*
— — liegen alle neben einander; Samenträger mittelständig. Die Blüthen sind mäßig groß, oder klein und nicht hochroth. 23.
23. 4—10 Staubblätter. 24.
20 (10) und mehr Staubblätter. 25.
24. Frucht beerenartig; Blüthen 5- oder 10zählig; Blätter immergrün; Pflanzen kletternd . . . . . 27. *Araliaceae.*
— — steinfruchtartig; Blüthen 4zählig; Blätter sommergrün; Pflanzen nicht kletternd . . . . . . 29. *Corneae.*
25. Blätter immergrün mit einem längs des ganzen Randes verlaufenden Nerv; ein einfacher Griffel mit ungetheilter Narbe . . . . 50. *Myrtaceae.*
— — sommergrün, ohne Randnerv. 26.
26. Blätter mit Nebenblättern; 1—5 einfache Griffel, die nur selten an der Basis verwachsen sind (Aronia); Apfelfrucht . . . . 51. *Pomaceae.*
— — ohne Nebenblätter; Griffel 4spaltig; Kapselfrucht . . . . 49. *Philadelpheae.*
27. Fruchtknoten unterständig. 28.
— — oberständig, frei. 29.
28. Staubblätter an der Blumenkrone befestigt . . . 17. *Lonicereae.*
— — nicht an der Blumenkrone, sondern an der oberständigen Scheibe befestigt . . . . 26. *Vaccinieae.*
29. Staubblätter frei. 30.
— — in 2 gleiche, an der Basis verwachsene Bündel vereinigt . . . . 40. *Polygaleae.*
30. Blumenkrone regelmäßig. 31.
— — unregelmäßig. 37.
31. Zwei Staubblätter. 32.
4—16 Staubblätter. 33.
32. Blätter einfach oder gefiedert . . . . 19. *Oleaceae.*
— — 3zählig oder fiederschnittig . . . . 18. *Jasmineae.*
33. Staubblätter auf der Blumenkrone befestigt. 34.
8—10, seltener 5 Staubblätter nicht mit der Blumenkrone verwachsen, sondern vor derselben auf der unterständigen Scheibe befestigt . . . . 15. *Ericaceae.*

34. 4—5 Staubblätter. 35.
8—16 zuweilen sterile Staubblätter; 4 Narben . . 24. *Ebenaceae.*
35. Blätter immergrün. 36.
— — sommergrün . . . . 23. *Solaneae.*
36. Blüthen 4—5theilig; Blätter dornig-gezähnt oder wenigstens mit einem Enddorne . . . . 43. *Ilicineae.*
— — 5spaltig oder 5lappig; Blätter ganzrandig ohne Dorn . . . . 20. *Apocyneae.*
37. Blumenkrone fast 2lippig; 1 freier, 4fächeriger Fruchtknoten; Blätter 5 bis 7fingerig . . . . . 22. *Verbenaceae.*
— — meist eine vollkommene Lippenblume; der Fruchtknoten stellt scheinbar 4 getrennte Früchtchen dar, in deren Mitte der Griffel steht; Blätter nicht gefingert . . . . 21. *Labiatae.*
38. Die Blüthen sind an der inneren Wand der fruchtähnlichen, birnförmig-erweiterten, fleischigen, innen hohlen Blüthenaxe (Scheibe) eingefügt, und daher äußerlich nicht sichtbar . . . . 10. *Artokarpeae.*
— — außen stets sichtbar. 39.
39. Der Stengel blattlos, gegliedert. 40.
— — beblättert und ungegliedert. 41.
40. Blüthen zwitterig . . . . 13. *Chenopodeae.*
— — eingeschlechtig, zweihäusig . . . . 3. *Gnetaceae.*
41. Blüthen stets eingeschlechtig, die männlichen stets, oft aber auch die weiblichen, gestreckte oder rundliche Kätzchen bildend. 42.
— — zwitterig oder eingeschlechtig, aber nie Kätzchen bildend. 50.
42. Blätter nadelförmig, oder schuppenförmig und dachziegelartig-liegend (Nadelhölzer) . . . . 2. *Coniferae.*
— — ausgebreitet, laubartig (Laubhölzer). 43.
43. Blätter handförmig-gelappt mit scharfzugespitzten Lappen; männliche und weibliche Blüthen bilden kugelrunde, entfernt stehende Kätzchen an langen Stielen . . . . 11. *Platanaeae.*
— — nicht handförmig-gelappt, und wenn hier und da ein Lappen hervortritt, so ist derselbe abgerundet. 44.
44. Die weiblichen Blüthen werden fleischig, verwachsen unter einander, und stellen dann eine saftige, eßbare Scheinbeere dar . . . . 9. *Moreae.*
— — verwachsen nicht unter einander. 45.

45. Die Blüthen zweihäusig. 46.
— — — einhäusig. 47.
46. In der Achsel einer jeden Deckblattschuppe der weiblichen Blüthen ein einzelner nackter Fruchtknoten . . . . 12. *Salicineae.*
— — — zwei am Grunde mit 2—4 sehr kleinen Schüppchen besetzte Fruchtknoten . . . . 4. *Myriceae.*
47. Die ♀ Blüthen bilden verlängerte Kätzchen und stehen dicht beisammen. 48.
— — — stehen einzeln, oder zusammen gehäuft, oder vereinzelt in weiten Abständen längs einer gemeinschaftlichen Axe. 49.
48. Jede einzelne ♀ Blüthe besteht aus einem wenigstens bis zur Reife stehen bleibenden Deckblatte und 2 oder 3 freien Fruchtknoten . . . . 5. *Betulaceae.*
Die ♀ Blüthen stehen zu zwei in dem Winkel eines hinfälligen Deckblattes, und werden von einem oder 2 inneren Deckblättchen umgeben, welche zur Zeit der Fruchtreife große blattartige Organe darstellen . . . . 6. *Cupuliferae* z. Th.
49. Fruchtknoten einfächerig mit einer Samenknospe, auf der Spitze desselben ein 4blätteriger Kelch, an dessen Rand 4 kleine Blumenblätter eingefügt. Blätter unpaarig gefiedert . . . . 48. *Juglandeae.*
— — 2—6fächerig mit 1—2 Samenknospen in jedem Fache; die reife Frucht zeigt in der Regel nur ein Fach und einen Samen, und ist stets von einem Fruchtbecher umgeben . . . . 6. *Cupuliferae* z. Th.
50. Die Blüthen erscheinen vor den Blättern. 51.
— — gleichzeitig mit den Blättern oder nach denselben. 53.
51. Blüthendecke gefärbt, blumenkronenartig, röhrenförmig, mit 4—5spaltigem Saume . . . . . . 14. *Thymeleae.*
— — nicht so gebildet. 52.
52. Zwei Staubblätter; die Blüthendecke fehlt meist ganz 19. *Oleaceae* z. Th.
Meist fünf Staubblätter; Blüthendecke glocken- oder röhrenförmig, 4—5spaltig . . . . 7. *Ulmaceae.*
53. Die Blüthen stehen einzeln auf langen Stielen. 54.
— — sind kurzgestielt, oder sitzend, oder sie bilden zusammengesetzte Blüthenstände. 55.
54. Viele Staubblätter und mehrere griffeltragende Fruchtknoten in jeder Blüthe; die Blüthendecke blumenkronenartig gefärbt . . . . 32. *Ranunculaceae.*

5—6 Staubblätter und nur 1 Fruchtknoten mit 2 Narben in jeder Blüthe; Blüthendecke klein . . 8. *Celtideae.*

55. Blüthen eingeschlechtig. 56.
— — zwitterig. 60.

56. Blüthen einhäusig . . . . 46. *Euphorbiaceae.*
— — zweihäusig. 57.

57. Blätter mit silberweißen, zuweilen ins Rostrothe übergehenden Schüppchen besetzt . . . . 16. *Elaeagneae* z. Th.
— — grün ohne Schüppchen. 58.

58. Blätter gefiedert . . . . 47. *Terebinthaceae* z. Th.
— — einfach. 59.

59. Blätter klein und schuppenförmig, dagegen die Blüthenaxen blattartig erweitert und in der Mitte die Blüthen tragend; oder die Blätter lang-gestielt mit Ranken in den Achseln, und der Stengel mit Stacheln besetzt . . . . 1. *Smilaceae.*
— — — groß, lederartig, immergrün, ohne Ranken oder blattförmig ausgebreitete Blüthenaxen . . . 15. *Laurineae.*

60. Blätter mit silberweißen, zuweilen ins Rostrothe übergehenden Schüppchen besetzt . . . . 16. *Elaeagneae* z. Th.
— — unbeschuppt. 61.

61. Blüthendecke mehrblätterig, blumenkronenartig; viele Staubblätter und mehrere Stempel in jeder Blüthe 32. *Ranunculaceae.*
— — — verwachsenblätterig, röhrenförmig mit 4—5spaltigem Saume, meist 8 Staubblättern und 1 Stempel in jeder Blüthe . . . . 14. *Thymeleae.*

II.

Bestimmungstabelle der Gattungen und Arten.

1. Smilaceae Vent.

1. Blätter klein und schuppenförmig, dagegen die Blüthenstiele blattartig ausgebreitet, in der Mitte die Blüthen tragend. Immergrüne Kleinsträucher. Ruscus L.
   — langgestielt mit Ranken in den Blattwinkeln, der Stengel mit Stacheln besetzt. Smilax L.

Smilax L. Stechwinde.

In Gebüschen am Ufer des adriatischen Meeres. August, September. Sm. aspera L.

Ruscus L. Mäusedorn.

1. Die blattförmig erweiterten Blüthenaxen eiförmig, am Ende mit einer Stachelspitze, jede gewöhnlich zwei Blüthen tragend. Littorale, Südtyrol. März, April. R. aculeatus L.
   — — länglich-lanzettförmig, ohne Stachelspitze, jede viele Blüthen tragend. Littorale, Krain. März, April. . . . . R. Hypoglossum L.

---

2. Coniferae Juss.

1. Blüthen einhäusig. 2.
   — — zweihäusig. 3.
2. In jeder männlichen Blüthe 2 Staubbeutel; Blätter nadelförmig; Fruchtstand ein Zapfen mit holzig erhärtenden Schuppen. . . . . 3. Abietineae.
   — — — 4 Staubbeutel; Blätter schuppenförmig, dachziegelartig über einander liegend. . . . . 2. Cupressineae z. Th.
3. Schuppenförmige Blätter oder pfriemenförmige, nach allen Seiten abstehende Nadeln. . . . . 2. Cupressineae z. Th.
   Breite, scheinbar zweizeilig gestellte Nadeln; Samenknospe einzeln in einem offenen, später fleischigen Becher. . . . . 1. Taxineae.

1. Taxineae Endl.

Taxus L. Eibe.

Scheinbeere roth; Nadeln oberseits dunkelgrün, unterseits mattgrün, scheinbar zweizeilig. März, April. . . . . T. baccata L.

2. Cupressineae Endl.

1. Die Blätter schuppenförmig, der Axe dicht anliegend, dachziegelartig- oder zeilig-gestellt. 2.
   — — pfriemenförmige, stechende und abstehende Nadeln darstellend. Juniperus L. z. Th.
2. Die Zweige stielrund oder vierkantig. 3.
   — — platt-gedrückt, anscheinend mehrfach-zertheilten Blättern gleichend. Thuja Tourn.
3. Einhäusig; Zapfen holzig; die kleinen Zweige steif, nach oben vierkantig. Cupressus L.
   Zweihäusig; Zapfen bei der Reife fleischig, beerenartig; die kleinen Zweige stielrund, fadenförmig. . . . . Juniperus L. z. Th.

Juniperus L. Wachholder.

1. Blätter schuppenförmig, dachziegelartig anliegend. 2.
   — — nadelförmig, spitz, deutlich durch ein Gelenk mit dem Stengel verbunden. 3.
2. Blätter kurz-eiförmig, ziemlich stumpf, 6reihig, dicht dachziegelartig, auf dem Rücken mit einer länglichen Furche; Beerenzapfen rothbraun. Mittelmeer-Zone. Mai. . . . . J. phoenicea L.
   — — rautenförmig, spitzig, 4reihig, dicht dachziegelartig liegend und auf dem Rücken mit einer eingedrückten Drüse, oder lanzettförmig zugespitzt, etwas abstehend, herablaufend und mehr oder weniger entfernt. Scheinbeeren blau bereift, abwärts gebeugt. Strauch. Südtyrol, Krain. April, Mai. J. Sabina L.
   — — theils kreuzweis, theils zu 3quirlig; im zweiten Jahre pfriemlich nachwachsend. Beeren dunkel-purpurroth, aufrecht. Baum. Aus Nordamerika. J. virginiana L.
3. Blätter einwärts gekrümmt, unten stumpf-gekielt mit einer eingedrückten, den Kiel durchziehenden Linie; Beeren eiförmig, schwarz, bereift, fast so lang wie die Blätter. Voralpen, Karpathen, Sudeten. Juli, August. J. nana Willd.
   — — weit abstehend. 4.
4. Blätter oben seicht-rinnig, unten stumpf-gekielt; Beeren eiförmig, schwarz, bereift, 2—3mal kürzer als die Blätter. April, Mai. . J. communis L.
   — — oben 2furchig, unten spitz-gekielt. 5.
5. Scheinbeeren eiförmig oder kugelig, rothbraun, bereift, so lang oder länger als die Blätter. Griechenland, Triest. Mai. . . . J. makrokarpa Sibth.
   — — kugelig, roth, bei der Reife glänzend, nicht so lang wie die Blätter. Istrien. Mai. . . . . J. oxycedrus L.

Thuja Tourn. Lebensbaum.

Blätter mit einer erhabenen Oeldrüse; Zapfen länglich schlank. Nordamerika. Mai. . . . . Th. oxidentalis L.

— — mit einer Längsfurche, Zapfen kuglich, blau-duftig. (Biota) Th. orientalis L.

Cupressus L. Cypresse.

♂ Kätzchen länglich-eiförmig; Zapfen aus schildförmigen dicken Schuppen, unter denen je 8 ungeflügelte Samen sitzen. Baum mit dichter kegelförmiger Krone. Südliches Krain, Istrien, Südtyrol. Februar, März. C. sempervirens L.

3. Abietineae Rich.

1. Männliche Blüthenkätzchen einzelständig; Zapfenschuppen an der Spitze nicht verdickt. 2.

   — — in Büscheln; Zapfenschuppen an der Spitze verdickt; Nadeln nur an den einjährigen Zweigen einzeln; später zu 2—9 an Kurztrieben, welche von Blattschuppen scheidenartig umschlossen sind; immergrün; Fruchtreife im 2. Jahre. Pinus L.

2. Nadeln überall einzeln stehend. 3.
3. Nadeln flach. 4.

   — kantig. 6.

4. Zapfen aufrecht; Schuppen mit dem Samen abfliegend. . . . Abies Lk.

   — hangend; Schuppen nicht abfliegend. 5.

5. Deckblätter eingeschlossen. . . . . Tsuga Lk.

   — 3spitzig vorragend. . . . . Pseudotsuga.

6. Antherenfächer quer aufreißend; Nadeln sommergrün, büschelförmig an Kurztrieben. . . . . Larix Dec.

   — — der Länge nach aufplatzend; Nadeln wintergrün. 7.

7. Nadeln einzeln auf herablaufenden Blattstielen. . . . . . Picea Lk.

   — theils einzeln, theils büschelig auf Kurztrieben. . . . . . . Cedrus.

Pinus L. Kiefer.

1. 2 (selten 3) Nadeln an einem Kurztriebe (Sylvestres). 2.

   3 „ „ „ „ ; Nabel dornspitzig (Taedae). 10.

   5 und mehr „ „ „ „ (Strobi). 11.

2. Nadeln außen bläulich-weiß, innen hellgrün, spitz, bis 5 cm. lang; ♀ Kätzchen grün mit röthlichem Anflug; Zapfen keglich, grau-bräunlich, langgestielt, nur der Nabel glänzend; Knospen eiförmig länglich, spitz zulaufend. P. sylvestris L.

   — einfarbig. 3.

3. Nadeln mehr oder minder stark. 4.

   — dünn und zart. 9.

4. Nadeln 2—5—13 cm. lang. 5.

   — länger als 13 cm.; Knospenschuppen von ihrer Mitte an abstehend, die unteren zurückgekrümmt oder auch zurückgerollt; der junge Trieb von den langen dicht stehenden Fransen der Knospenschuppen fast völlig eingehüllt. 8.

5. Nadeln spitz, dunkelgrün, 8–13 cm. lang; Rinde schwarzbraun; ♀ Kätzchen röthlich; Zapfen scherbengelb, 5—8 cm. lang, kegelförmig, wagerecht abstehend; Knospen eiförmig, in einem schmalen Schnabel zugespitzt, ihre Schuppen breit, weiß gerandet, an der Spitze weiß, gefranst, anliegend oder nur einige an der Spitze etwas abstehend. Unterösterreich, Littorale. Mai. P. Laricio Poiret.

Feinblättrige Varietäten: P. pyrenaica Gren. Godr., P. cebennensis Gr. Godr.
Starkblättrige „ P. poirétiana Endl., P. austriaca Endl., P. Pallasiana Endl. et Antoine.

— stumpf, dick und steif, etwas aufwärts gekrümmt. Zapfen sehr kurz gestielt oder sitzend, konisch, glänzend. Stamm meist niederliegend.
(P. montana Mill.) 6.

6. Zapfenbasis regelmäßig gerundet (Stiel central); Apophysen ringsum gleich gebildet; Stamm niederliegend. 7.
— — ungleichmäßig entwickelt; Zapfen symmetrisch; Apophysen an der Sonnenseite stärker vorgezogen, kaputzen- oder hakenförmig umgebogen. Schuppen der jungen Triebe lanzettlich zugespitzt, sehr schmal weiß berandet, spärlich gefranst. Schweiz, Sudeten. Juni, Juli. (P. mont. uncinata.)
P uncinata Ramd.

7. Nabel in der Mitte der Pyramide, meist gedornt. (P. mont. Mughus.)
P. Mughus Scop.
— unterhalb der Mitte der Pyramide. (P. mont. Pumilio)
P. Pumilio Hänke.

8. Zapfen länglich; Samen breit geflügelt. Mittelmeer-Küste. Mai.
(P. Pinaster Lam.) P. maritima Dec.
— kuglig; Same mit sehr schmalem Flügel. Süd-Europa. . P. Pinea L.

9. Nadeln 5—10 cm. lang; Zapfen auf langen dicken Stielen. Calabrien. Mai.
P. halepensis Mill.
— bis 20 cm. lang; Zapfen ohne erkennbaren Stiel. Küsten des Mittelmeeres.
P. brutia Ten.

10. Zapfen eiförmig, konisch, gerade, 4—5 cm. lang. Amerika. P. rigida Mill.
— — — etwas gekrümmt, 5–7 cm. lang. Amerika. . . P. taeda Mill.

11. Junge Triebe rostfilzig; Zapfen ziemlich gleich dick, unten und oben etwas abgeplattet. Samen ungeflügelt. Alpen. Juni. . . . . P. cembra L.
— — glatt; Zapfen walzenförmig, schlank, zugespitzt. Samen lang geflügelt, Amerika. P. strobus L.

Abies Lk. Tanne.

Zapfen 13—18 cm. lang; Deckschuppen hervorragend; Knospen kahl; Deutschland. Mai, Juni. . . . . A. pectinata Dec.
— Zapfen 6—8 cm. lang, oft wie die Knospen mit Harz überzogen; Deckschuppen nur am unteren Zapfentheile vorragend. Nordamerika. Mai, Juni.
A. balsamea L.

Tsuga Lk. Hemlocktanne.

Zapfen 2—2½ cm. lang, hangend, mit eingeschlossenen Deckschuppen. Nadeln breit, fein gesägt, unterseits mattgrün. (Abies canadensis) Ts. canadensis Poir.

Pseudotsuga.

Zapfen 5—7 cm. lang, hangend, Deckblätter 3spitzig lang vorragend; Blätter 3—4 cm. lang, locker gestellt. (Ab. Douglasii Lindley.) Ps. Douglasii.

Larix Lk. Lärche.

♀ Kätzchen purpurroth, aufrecht, ♂ kleiner gelb, Zapfen aufrecht, 2½—4 cm. lang. Alpen. April, Mai. . . . . L. europaea Dec.

Picea Lk. Fichte.

1. Nadeln lang zugespitzt; 2—4 Spaltöffnungsreihen auf jeder Fläche; Zapfen 12—18 cm. lang, hangend. . . . . P. vulgaris Lk.
   — kurz zugespitzt. 2.
2. Zapfen 4—6 cm. lang. 3.
   — 2½ cm. lang, eiförmig abgestutzt; junge Triebe schwarz, rauhhaarig. Nordamerika. . . . . P. nigra Lk.
3. Holz weiß, junge Triebe lichtgelb, kahl, glänzend; 3—5 Spaltöffnungsreihen auf jeder Blattfläche, daher glauk. Nordamerika. . . . . P. alba Lk.
   — röthlich, junge Triebe behaart. Nordamerika. . . . . P. rubra Lk.

Cedrus Lk. Ceder.

Blätter 10—20 mm., Zapfen 6—10 cm. lang und fast so breit. C. Libani Barr.

— 20—45 mm., Zapfen 8—13 cm. lang, 5—7 cm. dick. C. Deodara Loud.

---

3. Gnetaceae Endl.

1. Blattlose Kleinsträucher mit gegliederten längsgestreiften Aesten, jedes Glied schafthalmähnlich mit einer Scheide; Blüthen gegenständig an den Gelenken. Ephedra L.

Ephedra L. Meerträubchen.

Zweihäusiger, aufrechter Kleinstrauch, ½ m. hoch, mit ♂ und ♀ Kätzchen und rothen Beeren. Südtyrol. April, Mai. . . . . . E. distachya L.

---

4. Myriceae Rich.

Myrica L. Gagel.

Kleinstrauch mit braunrothen Kätzchen, lanzettlich-keilförmigen Blättern. Zweihäusig. Norddeutschland, auf feuchten, torfigen Haiden. April, Mai. M. Gale L.

---

5. Betulaceae Rich.

1. Jede Schuppe des weiblichen Kätzchens 3lappig mit 3 Fruchtknoten, bei der Reife abfallend; Frucht geflügelt; in jeder männlichen Blüthe finden sich drei ungetheilte Hüllblätter, von denen ein jedes 2 Staubblätter trägt; Winterknospen sitzend. . . . . Betula L.

— — 5lappig mit 2 Fruchtknoten, bei der Reife stehenbleibend; Frucht meist ungeflügelt; in jeder männlichen Blüthe finden sich 12 Staubblätter in 3 vierzählige Haufen gesondert, deren jeder von einer viertheiligen Blüthenhülle umgeben ist; Winterknospen meist gestielt. . . . . . . Alnus Tourn.

Betula L. Birke.

1. Blätter unten mit einem engen Adernetze; Kätzchen aufrecht. Stammborke braun oder gelbbraun. 4.

— — ohne Adernetz; Kätzchen hangend. Stammborke im Alter weiß. 2.

2. Flügel doppelt so breit, als die Frucht selbst, hochschulternd; Blätter und junge Triebe kahl (an Stockausschlägen bisweilen flaumig), durch Wachsabsonderung rauh. April, Mai. 3.

— — höchstens 1½mal so breit wie die Frucht, nicht schulternd; Blätter, Blattstiele und junge Triebe mehr oder weniger behaart, ohne Wachsabsonderung. April, Mai. . . . . (B. alba L.) B. pubescens Ehrh.

Var. B. p. vulgaris; Blätter zwischen Mitte und Basis am breitesten, herzeiförmig, weichhaarig.

„ „ „ glabrata (wozu B. carpathica Willd. und B. hercyniana Rbh.). Blätter und Zweige kahl, rauten-eiförmig, unter der Mitte am breitesten.

„ „ „ odorata. Blätter in der Mitte am breitesten; ei- oder rautenförmig elliptisch.

— — kaum halb so breit als die Frucht, Blätter unregelmäßig eingeschnitten gesägt. . . . . B. urticaefolia Reg.

3. Seitenlappen der Zapfenschuppen zur Seite oder zurückgebogen.

(B. alba auct.) B. verrucosa Ehrh.

Var. B. v. pendula, mit hangenden Zweigen, schmalen, langen, rautenförmigen Blättern.

„ „ „ laciniata mit 3eckigen, tief eingeschnittenen Blättern.

— — aufrecht. Zapfen groß und dick. Blätter eiförmig kurz zugespitzt, doppelt gesägt, am Grunde ganzrandig. . . . . B. papyracea Ait.

4. Bäume. 5.

Sträucher. 7.

5. Zapfenschuppen breiter als die (3) Früchtchen. 6.

— — schmäler als das Nüßchen. Flügel halb so breit als letzteres. Blätter lanzettlich bis eirautenförmig, weichhaarig, mit Wachsharzdrüsen. B. nigra L.

6. Zapfen fest sitzend, dickwalzig; Flügel schmaler als die Frucht; Blätter eilänglich, an der Basis abgerundet bis herzförmig (ähnlich Carpinus).

B. lenta L.

— — langgestielt, dickwalzig, Flügel so breit, wie die Frucht; Blätter aus gerundeter oder herzförmiger Basis eiförmig, kurz gestielt. B. excelsa Ait.

7. Fruchttragende Kätzchen sehr kurz gestielt; Flügel halb so breit wie die Frucht. 8.
Stiel der fruchttragenden Kätzchen halb so lang als das Kätzchen oder länger; Flügel ungefähr so breit wie die Frucht; Blätter ei-rautenförmig, fast doppelt-gesägt-gekerbt. Strauch auf Torfbrüchen in dem Jura. Mai, Juni. B. intermedia Thom.
8. Blätter rundlich-eiförmig oder oval, ungleich-gesägt-gekerbt mit spitzigen Kerben; Zweige mit starken Wachsharzdrüsen. April, Mai. B. fruticosa Pallas.
— — fast kreisrund und stumpf, oder breiter als lang und fast abgeschnitten-stumpf, gekerbt mit abgerundet-stumpfen Kerben. Kriechender Klein-Strauch mit ruthenförmigen Aesten. Mai. . . . . B. nana L.

Alnus Tourn. Erle.

1. Die ♀ Kätzchen entwickeln sich gleichzeitig mit den Blättern; die ♂ an besonderen Zweigen schon im Spätsommer; Frucht mit häutigem Flügel; Blätter eiförmig kahl, beiderseits gleichfarbig. Strauch 1—3 m. hoch. Alpen, Schwarzwald. Mai, Juni. . . . . A. viridis Dec.
— — ♀ und ♂ Kätzchen vor den Blättern. Frucht ohne häutigen Flügel. 2.
2. Blätter rundlich, sehr stumpf oder selbst an der Spitze ausgerandet, kahl, oben klebrig, unten in den Rippenwinkeln bärtig. Februar, März. A. glutinosa Gaertn.
— — unten flaumig oder fast filzig, nicht klebrig. 3.
3. Blätter eiförmig, spitz, geschärft-doppelt-gesägt, unten bläulich-grün. Februar, März, April. A. incana Dec.
— — rundlich oder verkehrt-eiförmig, stumpf (A. glutinosa-incana Wirtg.) oder die oberen etwas spitzig, (A. incana-glutinosa Wirtg.) doppelt-gekerbt-gesägt, beiderseits grasgrün. Baden, Böhmen. Februar, März. A. pubescens Tausch.

---

6. Cupuliferae Rich.

1. Die ♀ und ♂ Blüthen bilden vielblüthige, langgestreckte Kätzchen. 2.
— — bilden keine vielblüthige, langgestreckte Kätzchen. 3.
2. Die weiblichen Blüthen werden von einem äußeren, schuppenförmigen, hinfälligen, und 2 inneren, eine Hülle darstellenden und zwei Fruchtknoten einschließenden Deckblättern gestützt; zur Zeit der Fruchtreife sind die inneren Deckblätter groß und offen. . . . . Carpinus L.
— — werden von einem äußeren, kleinen, schuppenförmigen, hinfälligen, und zwei Paar an der Basis behaarten, paarweise an den Rändern zu einer, einen Fruchtknoten einschließenden Hülle verwachsenen inneren Deckblättern gestützt; zur Zeit der Fruchtreife bilden diese verwachsenen Deckblätter eine Art Schlauchfrucht. Ostrya M.
3. Männliche Kätzchen fast kugelig, langgestielt, die weiblichen Blüthen von einem 4klappigen, kapselartigen, stacheligen Fruchtbecher umgeben. Fagus L.
— — lang gestreckt. 4.

4. Männliche Kätzchen walzenförmig; Blüthen dicht gedrängt, aus einfachen Schuppen bestehend, auf deren Innenseite die Staubblätter befestigt sind (sie erscheinen vor dem Laubausbruche); Fruchtbecher krautig, unregelmäßig, zerschlitzt. Corylus L.
— — fadenförmig, aus getrennten Blüthenknäueln gebildet; sie erscheinen mit oder nach dem Laubausbruche. 5.
5. Drei Narben in jeder einzelnen Blüthe; Fruchtbecher außen schuppig, oben stets geöffnet und nur eine Frucht umschließend. . . . . Quercus L.
5—8 Narben, Fruchtbecher kapselartig, stachelig, 2—3 Früchte einschließend und unregelmäßig aufreißend. . . . . Castanea Tourn.

Quercus L. Eiche.

1. Blätter sommergrün, abfallend. 2.
— — immergrün, ausdauernd. 5.
2. Blätter auf der Unterseite, wenigstens im Frühlinge, filzig. 3.
— — unbehaart, kurz- und stumpf-lappig. 4.
3. Blattlappen abgerundet oder stumpfeckig ohne Dornspitze; Blattbasis herzförmig zurücktretend. Mai, Juni. . . . . . Qu. pubescens Willd.
— — spitz-winkelig, mit stumpfer, kurz hervortretender Dornspitze; Schuppen des Fruchtbechers vorwärts gerichtet. Littorale, Krain, Südtyrol; Mai. Qu. Cerris L.
4. Blätter lang-gestielt. Blattbasis schmal, eben, am Blattstiele herablaufend; weibliche Blüthen und Früchte kurz-gestielt, traubig, fast sitzend. Mai. Qu. sessiliflora Ehrh.
— — kurzgestielt; Blattbasis breiter, herzförmig, beiderseits ohrförmig-zurückgeschlagen; weibliche Blüthen und Früchte lang-gestielt. Mai. Qu. pedunculata Ehrh.
5. Blätter lederartig, unten kahl, eiförmig, dornig-gezähnt; Schuppen der Capula lineal, zurückgebogen. Istrien; Mai. . . . . . . Qu. coccifera L.
— — unten grau oder filzig, stachelspitzig, ganzrandig oder stachelspitzig-gesägt. 6.
6. Rinde rissig-schwammig, obere Schuppen der Cupula lineal, abstehend, untere angedrückt; Narben aufrecht oder zurückgebogen. Istrien; Mai. Qu. suber L.
— — glatt; Schuppen der Cupula angedrückt, mit breiter Basis; Narben kurz, abgerundet. Littorale, Südtyrol; Mai. . . . . Qu. Ilex L.

Castanea Tourn. Kastanienbaum.

Blätter gestielt, länglich-lanzettlich, stachelspitzig-gezähnt. Süddeutschland; cultivirt in wärmeren Gegenden. Juni. (C. vesca Gärtn.) C. vulgaris Lam.

Fagus L. Buche.

Blätter oval, in der Jugend zottig-bewimpert. Mai. . F. sylvatica L.

Corylus L. Haselnußstrauch.

1. Fruchtbecher glockenförmig, an der Spitze erweitert, die Frucht nicht überragend. Februar, März. . . . . C. Avellana L.

— — röhrenförmig, an der Spitze verengt, die längliche Nuß weit überragend. Istrien; Februar, März. . . . . C. tubulosa Willd.
— — doppelt, der äußere kurz, der innere länger als die Frucht. C. Colurna L.

Carpinus L. Hainbuche.

1. Innere Deckblätter der ♀ Blüthen 3theilig; nach dem Auswachsen 3lappig. 2.
— — eiförmig, ungetheilt, nach dem Auswachsen ungelappt. Littorale; April, Mai. . . . . (C. orientalis). C. duinensis Scop.
2. Mittellappen 3mal länger als die seitlichen. April, Mai. C. Betulus L.
— — vielmal länger als die Seitenlappen. Mai. C. americana Michx.

Ostrya Mich. Hopfenbuche.

Blätter gestielt, länglich-eiförmig, spitz, doppelt gesägt. Südlich der Alpen; April, Mai. . . . . O. carpinifolia Scop.

---

7. Ulmaceae Mirb.

Ulmus L. Rüster.

1. Blüthen zwitterig, hangend, auf ziemlich langen Stielen; Flügelfrüchte länglich, am Rande gewimpert. März. . . . . U. effusa Willd.
— — fast sitzend; die runden Flügelfrüchte kahl. März. U. campestris L.
Var. Die 2—5jährigen Zweige mit starken korkartigen Flügelvorsprüngen. U. c. suberosa Ehrh.
— — ohne Korkflügel, Blätter rauh . . . . U. c. montana.
— — Blätter glatt . . . . U. c glabra.

---

8. Celtideae Dub.

Celtis L. Zürgelbaum.

Blüthen einzeln, gestielt, eingeschlechtig; Blätter herz- oder eiförmig, länglich, scharf gesägt; einsamige Steinfrucht. Südtyrol, Littorale; Mai. C. australis L.

---

9. Moreae Endl.

Blätter nicht handförmig-gelappt, und wenn hier und da ein Lappen hervortritt, so ist derselbe abgerundet; die ♀ Blüthen werden fleischig, verwachsen unter einander und stellen dann eine saftige, eßbare Scheinbeere dar. Morus L.

Morus L. Maulbeerbaum.

1. Blüthenhülle am Rande kahl; ♀ Kätzchen ungefähr so lang wie die Blüthenstiele; Früchte meist weißlich; Blätter beiderseits kahl und glatt, nicht oder kaum herzförmig. Aus China; Mai. . . . . M. alba L.

— — am Rande und die Narben rauhhaarig: ♀ Kätzchen fast sitzend; Früchte schwarzroth; Blätter beiderseits rauh und behaart, tief herzförmig. Aus China; Mai. . . . . M. nigra L.

---

10. Artokarpeae. Dec.

Blüthen an der inneren Wand der fruchtähnlichen, birnförmigen, fleischigen, innen hohlen Blüthenaxe (Scheibe) eingefügt und daher äußerlich nicht sichtbar Ficus L.

Ficus L. Feigenbaum.

Südtyrol 2c. verwildert; Juli, August. . . . . F. Carica L.

---

11. Plataneae Lestib.

Blätter handförmig=gelappt, mit zugespitzten Lappen; männliche und weibliche Blüthen bilden kugelrunde, entferntstehende Kätzchen an langen Stielen. Platanus L.

Platanus L. Platane.

1. Blattstiele grün, Blätter tief geschlitzt und spitziger gelappt; Kätzchen größer. Griechenland, Türkei; Mai. . . . . Pl. orientalis L.
   — — braun; Blätter weniger tief eingeschnitten, mehr fünfeckig; Kätzchen kleiner. Nordamerika; Mai. . . . . Pl. occidentalis L.

---

12. Salicineae Rich.

1. Knospendecken nur aus 2 vollkommen verwachsenen Schuppen bestehend; Kätzchenschuppen ganzrandig mit 5, selten mehr Staubblättern oder einem Fruchtknoten, und 1—2 Honigdrüsen am Grunde. . . . . . Salix L.
   — — aus mehreren nicht verwachsenen Schuppen bestehend; Kätzchenschuppen sägezähnig oder zerschlitzt mit 8—30 Staubblättern, oder einem Fruchtknoten, welche am Grunde von einer becherförmigen, schief abgestutzten, fleischigen Scheibe umgeben sind. . . . . Populus L.

Salix L. Weide.

Diese Gattung zerfällt nach Koch's Eintheilung in 8 Rotten:

1. Kätzchen am Gipfel der Zweige auf einem langen, beblätterten, ausdauernden, neue Knospen treibenden und später den Zweig fortsetzenden Stiele. 8. Glaciales.
   — — seitlich an den Zweigen, deren Gipfel eine oder mehrere Blattknospen treibt; Kätzchenstiel mit den Kätzchen abfallend. 2.
2. Kätzchenschuppen gleichfarbig, gelblich=grün; Blattstiel meist mit Drüsen besetzt. 3.
   — — an der Spitze anders gefärbt; Blattstiel ohne Drüsen. 4.

3. Kätzchenschuppen bald nach Entwickelung der Blüthen abfallend; die jungen Triebe an der Spitze walzig; Aeste und Zweige brüchig; die Rinde bleibend, rissig. Baumförmig. . . . . 1. Fragiles.
— — erst mit den Kätzchen abfallend; die jungen Triebe an der Spitze gefurcht; Aeste und Zweige gertenartig, sehr zähe; die Rinde in Schuppen sich ablösend. Strauchartig. . . . . 2. Amygdalinae.
4. Antheren purpurroth, nach dem Verblühen schwärzlich oder gelbbraun; Staubfäden ganz oder zur Hälfte verwachsen; Kätzchen häufig scheinbar gegenständig; innere Rinde citronen= bis orangegelb. . . . . 4. Purpureae.
— — gelb, nach dem Verblühen gelblich oder bräunlich; Staubfäden frei; Kätzchen wechselständig. 5.
5. Fruchtknoten lang=gestielt, d. h. der Stiel wenigstens zweimal so lang, als die Honigdrüse. 6. Capreae.
— — sitzend oder nur sehr kurz gestielt, so daß der Stiel nie über die Honigdrüse hinausreicht. 6.
6. Kätzchen, wenigstens die fruchttragenden, gestielt; Kätzchenstiel beblättert. 7. Frigidae.
— — sitzend. 7.
7. Blätter gesägt, zugespitzt; Aeste bereift, d. h. mit einem hechtgrauen Hauche überflogen. . . . . 3. Pruinosae.
— — ganzrandig oder sehr klein=, kaum merklich gezähnelt; Aeste unbereift. 5. Viminales.

1. Rotte. Fragiles. Knackweiden.

Die seitenständigen Kätzchen entwickeln sich mit oder nach den Blättern, und die fruchttragenden stehen auf einem neugetriebenen mit 3—5 entwickelten Blättern versehenen Stiele. Bäume von ansehnlicher Größe.

1. 4—10 Staubblätter; Blätter breit aus dem Länglichen in das Eirund=Elliptische; Blattstiel vieldrüsig. 2.
2 Staubblätter; Blätter lang=lanzettförmig; Blattstiel mit wenigen oder gar keinen Drüsen. 3.
2. Blätter eirund=elliptisch, spitz; Nebenblätter eiförmig=länglich, gerade; 5—10 Staubblätter; Kapselstielchen noch einmal so lang, als die Honigdrüse, Mai Juni. . . . . S. pentandra L.
— — länglich lanzettförmig, lang zugespitzt; Nebenblätter schief, halbherzförmig; 4—5 Staubblätter; Kapselstielchen 3—4 mal so lang, als die Honigdrüse. Pommern, Mecklenburg; Mai, Juni (S. pentandra × fragilis Wimm.) S. cuspidata Schultz.
3. Aeste und Zweige straff, aufrecht; Nebenblätter gerade. 4.
— — bogig überhangend; Nebenblätter zurückgekrümmt. Stammt aus dem Orient; Mai, Juni. . . . . S. Babylonica L.
4. Blätter ganz kahl oder nur die jüngeren etwas seidenhaarig; Nebenblätter halbherzförmig; Kapselstielchen 3—4 mal so lang, als die Honigdrüse; Narbe 2spaltig. April, Mai. . . . . S. fragilis L.

— — beiderseits seidenhaarig; Nebenblätter lanzettförmig; Kapselstielchen kaum so lang, als die sehr kurze Honigdrüse; Narbe ausgerandet. Mai.

S. alba L.

Varietät mit dottergelben Zweigen. . . . . S. vitellina L.

— — oberseits glatt und glänzend, unterseits jung silber-seidenglänzend. (S. fragilis × alba Wimm.) S. Russelliana Koch.

2. Rotte. Amygdalinae. Mandelweiden.

Die Kätzchen entwickeln sich mit oder meist nach den Blättern und stehen auf einem beblätterten Stiele. Höhere Sträucher mit ruthenförmigen Aesten.

1. Kätzchenschuppen behaart; Griffel lang mit 2spaltiger Narbe. Blätter in der Jugend weichhaarig. 2.
   — — wenigstens an der Spitze kahl; Griffel sehr kurz mit wagrecht aus einander fahrenden, ausgerandeten Narben; Blätter stets kahl; 3 Staubblätter; Kapselstielchen 2—3 mal so lang, als die Honigdrüse. April, Mai. (S. amygdalina L.) S. triandra L.
2. Blätter klein-gesägt, am Rande meist wellig; Kapselstielchen noch einmal so lang, als die Honigdrüse; 3 Staubblätter. April, Mai. (S. triandra × alba Wimm.) S. undulata Ehrh.
   — — sehr klein- und drüsig-gezähnelt, meist eben; Kapselstielchen so lang, wie die Honigdrüse; 2 Staubblätter. April, Mai. (S. triandra × viminalis Wimm.) S. hippophaifolia Thuill.

3. Rotte. Pruinosae. Schimmelweiden.

Die Kätzchen entwickeln sich vor den Blättern; auch die fruchttragenden sind sitzend; Aeste meist hechtgrau bereift. Bäume oder hohe Sträuche.

1. Nebenblätter lanzettförmig zugespitzt; Blätter linien-lanzettförmig, lang zugespitzt, gesägt und nebst den jüngeren Aestchen kahl; die jungen Triebe violett-roth, reichlich bereift. Schlesien, Pommern, Preußen; März. (S. acutifolia Willd.) S. pruinosa Wendl.
   — — halbherzförmig; Blätter länglich-lanzettförmig, zugespitzt, drüsig-gesägt, kahl, die jüngeren nebst den jungen Aestchen zottig; die jungen Triebe gelblich-grün, höchstens etwas purpurroth gefärbt. März, April. S. daphnoides Vill.

4. Rotte. Purpureae. Purpurweiden.

Die sitzenden, von kleinen Blättern gestützten Kätzchen entwickeln sich vor den Blättern. Staubfäden verwachsen. Hohe Sträucher mit schlanken, schmächtigen Trieben und gelblicher bis purpurrother, glatter Rinde.

1. Blätter am Rande etwas umgerollt; Nebenblätter linienförmig, Griffel lang mit länglich-linienförmigen oder fadenförmigen Narben; Honigdrüse über die Basis des Fruchtknotens hinaufreichend; Staubblätter einbrüderig. März, April. (S. viminalis × purpurea Wimm.; S. Helix L.) S. rubra Huds.

— — flachrandig, Griffel mittellang oder kurz mit eiförmigen, zuweilen ausgerandeten Narben. 2.

2. Kapselstielchen so lang oder länger, als die Honigdrüse; Staubfäden bis zur Mitte verwachsen. 3.

Kapsel sitzend; Honigdrüse über die Basis des Fruchtknotens hinaufreichend; Griffel kurz, oft ganz fehlend; Staubfäden meist bis zur Spitze verwachsen; Nebenblätter fehlen. März, April. (S. monandra Ard.) S. purpurea L.

3. Narben länglich, Kapselstielchen so lang, als die Honigdrüse, filzig; Nebenblätter halbherzförmig. Böhmen, Unterösterreich, Krain, Sachsen; März, April. (S. cinerea × purpurea Wimm.) S. Pontederana Koch.

— — sehr kurz; Kapselstielchen sitzend; Nebenblätter klein, hinfällig. Unterharz, Westfalen; April, Mai.

(S. repens × purpurea Wimm.) S. Doniana Sm.

5. Rotte. Viminales. Bandweiden.

Die Kätzchen sind von kleinen, schuppenförmigen Blättern gestützt und entwickeln sich vor oder fast gleichzeitig mit den Blättern; Blätter lang-gestreckt, ganzrandig oder kaum merklich gezähnelt mit häufig etwas umgerollten Rande, unten etwas seidenglänzend oder matt-filzig. Deckschuppen halb schwarz. Hohe Sträucher mit ruthenförmigen Aesten.

1. Honigdrüsen über die Basis des Fruchtknotens hinaufreichend. 3.

Kapselstielchen so lang, wie die Honigdrüse. 2.

2. Griffel so lang, wie die fadenförmige, ungetheilte Narbe; Blätter klein-drüsig-gezähnelt, unten bläulichgrün, filzig, der Filz glanzlos. April.

(S. acuminata Sm.) S. Kalodendron Wimm.

— — kürzer, als die fadenförmige, oft 2 theilige Narbe; Blätter sehr klein-gezähnelt, unten filzig, der Filz seidenartig. April, März.

S. Smithiana Willd.

3. Narben linienförmig, 2 spaltig, nicht über die Wollhaare der Kätzchenschuppen hinausreichend; Nebenblätter eiförmig, spitz; Blätter entfernt ausgeschweift-gezähnelt, die jüngeren unten fein-filzig. Norddeutschland, April.

(S. triandra × viminalis Wimm.) S. mollissima Ehrh.

— — fadenförmig, ungetheilt, über die Wollhaare der Kätzchenschuppen hinausreichend. 4.

4. Nebenblätter aus halbherzförmiger Basis lanzettförmig verschmälert, so lang, wie der Blattstiel; Blätter unten filzig, ein wenig glänzend. Unterösterreich, Insel Norderney; März, April. . . . . S. stipularis Sm.

— — lanzett-linienförmig, kürzer, als der Blattstiel; Blätter linealisch, unten seidenartig und glänzend. März, April. . . . . S. viminalis L.

6. Rotte. Capreae. Salweiden.

Die Kätzchen entwickeln sich vor oder mit den Blättern.

1. Kätzchen schlank, bogig gekrümmt. 2.

— — dick, eiförmig oder walzenförmig, gerade. 4.

2. Griffel kurz; Narben fast ungetheilt; Nebenblätter halbherzförmig; Blätter unten grau-filzig, runzelig-aderig. Südtyrol; April, Mai.
S. salviaefolia Link.
— — lang; Narben 2spaltig; Nebenblätter unscheinbar, sehr klein oder eirundlich. 3.
3. Kapseln filzig; Blätter lanzettförmig-länglich, zugespitzt, klein-gekerbt, unten weiß-filzig, runzelig-aderig; Nebenblätter eiförmig, spitz. Voralpen, Tyrol, Krain; April. . . (S. caprea × incana Wimm.) S. Seringeana Gaud.
Kapseln kahl; Blätter lineal-lanzettlich, zugespitzt, gezähnelt, unten filzig-grau; Nebenblätter unscheinbar, sehr klein, oft fehlend.
(S. riparia Willd.) S. incana Schrank.
4. Griffel lang. 5.
— — kurz, oft so kurz, daß die Narben sitzend erscheinen. 9.
5. Kätzchen wenigstens zuletzt mit beblättertem Stiele. 6.
— — sitzend, oder nur die fruchttragenden kurz gestielt. 8.
6. Kätzchenschuppen bleibend-zottig; Nebenblätter halbherzförmig mit gerader Spitze. 7.
— — behaart, zuletzt, nach abgefallenem Flaume, kahl, an der Spitze rosenroth; Nebenblätter fehlend oder drüsenförmig; Kapseln kahl. In den Voralpen; Juni, Juli. . . . . S. glabra Scop.
7. Kätzenschuppen sehr zottig, Zotten lang, aber bald zusammengezogen und gekräuselt; Kapseln kahl, Stielchen derselben ungefähr 1½ mal so lang, als die Honigdrüse. Alpen, Sudeten, Harz; Juni. . . . . . . S. hastata L.
— — zottig, Zotten an der Frucht nicht gekräuselt; Kapseln kahl mit filzigem Stielchen, oder überall dünn-filzig; Stielchen ungefähr noch einmal so lang, als die Honigdrüse; Blätter unten bläulich-grün; Nebenblätter so lang, als der Blattstiel. Schweiz; Juni, Juli. . . . S. Hegetschweileri Heer.
8. Blätter wellig-gesägt, unten grau, meist mit grüner Spitze, die jüngeren nebst den Zweigen kurzhaarig-flaumig, zuletzt kahl (werden beim Trocknen schwarz), Nebenblätter halbherzförmig mit gerader Spitze. April, Mai.
S. nigricans Fries.
— — entfernt-ausgeschweift-kleingesägt oder ganzrandig, unten bläulich-grün, die älteren völlig kahl; Nebenblätter halbherzförmig mit schiefer Spitze; Kätzchenschuppen an der Spitze braun. Harz, Sudeten; Mai, Juni.
S. phylicifolia L.
9. Hohe Sträucher oder Bäume. 14.
Kleine Zwergsträucher mit kriechendem, meist unterirdischem Hauptstamme. 10.
10. Blätter unten netzaderig oder runzelig-aderig; Nebenblätter halbeiförmig; Narben ausgerandet; Kapselstielchen drei- bis vier- und selbst fünfmal so lang, als die Honigdrüse. 11.
— — nicht netzaderig, seidenhaarig; Nebenblätter lanzettförmig; Narben 2spaltig; Kapselstielchen zwei- bis dreimal so lang, als die Honigdrüse. 12.

11. Die fruchttragenden Kätzchen lang-gestielt; Kapseln kahl; Blätter ganzrandig, glanzlos, völlig kahl, unten netzaderig. Bayerische Alpen, bei München; Mai, Juni. . . . . S. myrtilloides L.
— — kurz-gestielt; Kapseln filzig; Blätter mit zurückgekrümmter Spitze, ganzrandig oder entfernt gezähnelt, unten runzelig-aderig, angedrückt-zottig, fast seidenhaarig; zuletzt kahl. April, Mai. . . . . . S. ambigua Ehrh.
12. Blätter mit rückwärts gekrümmter Spitze, am Rande etwas herabgebogen, ganzrandig oder entfernt drüsig-gezähnelt, glänzend, unterseits silberweiß oder seidenfilzig. April. . . . . S. repens L.
— — mit gerader Spitze. 13.
13. Blätter am Rande etwas zurückgerollt, verlängert lanzettförmig, steif. April. S. repens var. angustifolia Wulf.
— — am Rande flach, lineal- oder lineal-lanzettlich, verschmälert-zugespitzt. Norddeutschland; Mai. (S. viminalis × repens Lasch.) S. rosmarinifolia L.
— — unterseits silberweiß glänzend, oberseits seidenhaarig; Sandboden, Nordseeinseln. April, Mai. . . . . S. argentea Sm.
14. Narben eiförmig, nur ausgerandet. 15.
— — 2spaltig. 16.
15. Knospen grauhaarig; Blätter lanzettlichzugespitzt, nach der Spitze hin verschmälert und geschärft-gezähnelt, unten filzig; Nebenblätter halbeiförmig, stumpf. März, April. . . . . S. holosericea Willd.
— — kahl; Blätter verkehrt-eiförmig mit zurückgekrümmter Spitze, wellig-gesägt, runzelig, oben flaumig, unten bläulich-grün, filzig-kurzhaarig; Nebenblätter groß, nierenförmig. April, Mai. . . . . S. aurita L.
16. Knospen und junge Zweige grauflaumig, Blätter flach, wellig-gesägt, graugrün oben flaumig, unten filzig-kurzhaarig. März, April. S. cinerea L.
— — kahl. 17.
17. Blätter mit zurückgekrümmter Spitze, schwach wellig-gekerbt, runzelig, oben kahl, unten bläulich-grün; Kapselstielchen vier- bis sechsmal so lang, als die Honigdrüse. März, April. . . . . S. caprea L.
Blattspitze flach, nicht zurückgekrümmt. 18.
18. Griffel mittellang; Kapselstielchen drei- bis viermal so lang als die Honigdrüse; Blätter wellig-gesägt, beiderseits fast gleichfarbig, jung unterseits seidenhaarig, älter ganz kahl. Sudeten, Karpathen; Mai, Juni. S. silesiaca Willd.
— — sehr kurz; Kapselstielchen mehr als viermal so lang als die Honigdrüse. 19.
19. Blätter länglichverkehrt-eiförmig, zugespitzt, wellig-gesägt, unten graugrünflaumig; Knospen kahl; Kapselstielchen 6mal so lang, als die Honigdrüse; Kätzchen anfangs rundlich. Voralpen; April, Mai. S. grandifolia Ser.
— — verkehrt-eiförmig oder elliptisch, vorherrschend ganzrandig, seltener entfernt stumpf-gesägt, unten bläulich-grün, sammtartig oder flaumig, oder die älteren ganz kahl; Kapselstielchen fünfmal so lang, als die Honigdrüse; Kätzchen schlank. Schlesien; April. . . . . S. depressa L.

7. Rotte. Frigidae. Alpenweiden.

Die Kätzchen entwickeln sich gleichzeitig mit den Blättern. Kleinsträucher mit vielen stark verzweigten, im Alter höckerigen, selbst in der Jugend nicht ruthenförmigen Aesten. Alle gehören ausschließlich der Alpenregion an.

1. Blätter beiderseits netzaderig, spiegelnd, gleichfarbig, zuletzt ganz kahl, am Rande dicht-drüsig-kleingesägt oder auch ganzrandig; Stamm niederliegend. Juni, Juli. . . . . S. myrsinites L.
   — — ohne deutliches Adernetz. 2.
2. Blätter ganz kahl. 3.
   — — entweder auf beiden Seiten oder nur unten behaart. 4.
3. Blätter ganzrandig, am Rande zurückgerollt, beiderseits bläulich-grün, glanzlos; Stamm 30—40 cm hoch. Schweiz; Juni, Juli. . . . S. caesia Vill.
   — — entfernter oder dichter gesägt, flach, oben glänzend, unten bläulich-grün, glanzlos; Stamm bis 1 m hoch, aufsteigend. Kalkalpen; Juni, Juli. S. arbuscula L.
4. Kätzchen sitzend; die jüngeren Blätter seidenhaarig-zottig, die erwachsenen oben runzelig, unten filzig, glanzlos; Nebenblätter halbherzförmig mit zurückgekrümmter Spitze. Alpen, Riesengebirge; Mai, Juni. S. Lapponum L.
   — — lang gestielt; Blätter elliptisch, unten grau, beiderseits seidenhaarig-zottig; zuletzt ziemlich kahl; Nebenblätter eiförmig, spitzig, gerade; Strauch ½ m hoch. Höchste Alpen der Schweiz; Juni, Juli. . . . S. glauca L.

8. Rotte. Glaciales. Gletscherweiden.

Kätzchen und Blätter sind gleichzeitig vorhanden. Zwergsträucher mit unterirdischem Stamme und aufsteigenden kurzen Aesten. Sie bewohnen nur die höchsten Alpen.

1. Kätzchen schlank und lang-gestielt; Blätter lang-gestielt, elliptisch-kreisrund, unten weißlich-meergrün, netzaderig, hinfällig behaart. Juli, August. S. reticulata L.
   — — rundlich, wenig-blüthig; Blätter kurz-gestielt, beiderseits kahl, höchstens am Rande etwas gewimpert. 2.
2. Blätter verkehrt-eiförmig oder länglich-keilförmig, ganzrandig oder an der Basis drüsig-gezähnelt, gleichlaufend-aderig, meist an der Spitze ausgerandet. Juli, August. S. retusa L.
   Eine kleinere Form mit wenigblüthigen Kätzchen ist . . S. serpyllifolia Scop.
   — — kreisrund oder oval, gesägt, netzaderig, beiderseits glänzend; Stämmchen kriechend. Juli, August. . . . . S. herbacea L.

Populus L. Pappel.

1. Kätzchenschuppen gewimpert; Knospenschuppen mehlig-filzig-behaart oder unbehaart und nicht klebrig; junge Triebe filzig oder wollhaarig, nicht klebrig. 2.
   — — ungewimpert, Knospen und junge Triebe klebrig. 4.

2. Blätter lappig oder winkelig-gezähnt, unten filzig; Kätzchenschuppen höchstens an der Spitze gespalten, kurz oder wenig wimperig. 3.
— — gezähnt, aber weder lappig, noch winkelig, beiderseits kahl oder angedrückt-wollig; Kätzchenschuppen fingerig eingeschnitten, dicht-zottig-gewimpert. März, April. . . . . P. tremula L.
3. Blätter der endständigen Zweige herzförmig, handförmig-5lappig, unten weißfilzig; Knospenschuppen gelblich; Narben gekreuzt. April. . . P. alba L.
— — der endständigen Zweige herz-eiförmig, ungelappt, unten graufilzig; Knospenschuppen braun; Narben fächerförmig geordnet. April.
P. canescens Sm.
4. Blätter eiförmig-elliptisch, bis zum äußersten Rande grün, unten weißlich, netzförmig geadert; Knospenschuppen stark harzig, balsamisch. Nordamerika; April.
P. balsamifera L.
— — herz-eiförmig bis 3eckig, fast so breit wie lang.
(P. candicans Ait.) P. ontariensis Desf.
— — beiderseits gleichfarbig oder fast gleichfarbig mit durchscheinendem Rande. 5.
5. Blätter am Rande flaumig; die jungen Triebe durch Korkrippen kantig. Nordamerika, jetzt häufig an Straßen gepflanzt; April.
(P. monilifera. Ait.) P. canadensis Desf.
— — am Rande kahl; die jungen Triebe walzig-rund ohne Korkrippen. 6.
6. Aeste abstehend, eine breite pyramidale Krone bildend; Blätter dreieckig-eiförmig. An Ufern, feuchten Waldrändern. April. . . . P. nigra L.
— — aufrecht, fast angedrückt, gedrungen, eine schlanke, kegelförmige Krone bildend; Blätter rautenförmig. April.
(P. dilatata Ait., P. italica L.) P. pyramidalis Rozier.

---

13. Chenopodeae Vent.

Salicornia L. Glasschmelz.
Halbstrauch mit holzigem, kriechenden Stamm und fleischigen aufrechten Aesten. Blattlos. Blüthen eingeschlechtig mit 1—2 Staubgefäßen oder 2 narbigen Fruchtknoten. Schlauchfrucht. Istrien; Juli, August. . S. fruticosa L.

---

14. Thymeleae Juss.

Daphne L. Kellerhals, Seidelbast.
1. Blüthen zu mehreren an der Spitze der Zweige; Blüthenstiele fehlen oder sind kurz. 3.
— — seitlich am Zweige. 2.
2. Die gelbgrünen Blüthen bilden kurze Trauben in den Blattachseln, die Blätter sind ganzrandig, immergrün. Südtyrol, Oesterreich; März, April.
D. Laureola L.

Die pfirsichrothen Blüthen stehen meist zu drei stiellos längs der Zweige; sie entwickeln sich vor den sommergrünen Blättern. Februar, März.
D. Mezereum L.

3. Blüthen rosenroth. 4.
— — weiß oder gelblich-weiß. 6.
4. Blätter anfangs gewimpert, später kahl, kurz-stachelspitzig. 5.
— — unten rauhhaarig, stumpf oder abgestutzt, immergrün; Blüthen außen filzig-zottig. Südtyrol; März, April. . . . . D. collina Sm.
5. Blüthen sitzend, kahl mit 4 Streifen. Alpen; Juli, August. D. striata Tratt.
— — kurz-gestielt, nebst den Deckblättern, dem Fruchtknoten und dem Stengel nach oben flaumig. Mittleres und südliches Deutschland; Juni, Juli.
D. Cneorum L.
6. Blüthen sitzend, zottig, weiß; Blätter flaumig, später kahl. Alpen; Mai, Juni.
D. alpina L.
— — kurz-gestielt, die Röhre mit aufrechten Härchen bestreut, gelblich-weiß; die Blätter kahl, kurz-stachelspitzig. Krain; Mai. D. Blagayana Freyer.

---

15. Laurineae DC.

Laurus L. Lorbeer.

Blüthen zweihäusig, weiß, in Trugdolden; Beeren schwärzlich, länglich. Blätter länglich, lanzettlich, oberseits dunkelgrün glänzend, unterseits mattgrün. Südeuropa; April, Mai. . . . . L. nobilis L.

---

16. Elaeagneae R. Br.

1. Blüthen zwitterig. . . . . Elaeagnus L.
— — 2häusig. . . . . Hippophaë. L.

Elaeagnus L. Oleaster.

Blätter lanzettlich, spitz, oberseits graugrün, unterseits silberweiß. Istrien; Mai, Juni. . . . . E. angustifolia L.
— — elliptisch stumpf, beiderseits silberweiß, rostbraun beschuppt. Aus Nordamerika; Juni. . . . . E. argentea Pursh.

Hippophaë L. Sanddorn.

Aufrechter Strauch mit dornigen, zerstreut schuppigen Zweigen, lineal-lanzettlichen, unterseits silberweißen Blättern, kleinen, goldgelben, braun-punktirten Blüthen. Fluß- und Meeresufer; April, Mai. . . H. rhamnoides L.

---

17. Lonicereae Juss.

1. Kriechender Kleinstrauch. . . . . Linnaea Gron.
Aufrechte Sträucher oder Bäume. 2.
2. Frucht eine Beere. 3.
Frucht eine 2fächrige Kapsel. . . . . Diervilla Tournef.

3. Beere schneeweiß . . . . Symphorikarpus Adans.
— — roth oder schwarz (selten gelb). 4.
4. Blumenkrone regelmäßig. 5.
— — unregelmäßig, röhren- oder fast glockenförmig, mit 5spaltigem, unregelmäßigen Saume. . . . . Lonicera L.
5. Blumenkrone der fruchtbaren, zwitterigen Blüthen glocken- oder röhrenförmig; Beere einsamig; Blätter ganz oder handnerviggelappt. . . Viburnum L.
— — radförmig oder flach-glockenförmig; Beere 3samig; Blätter gefiedert. Sambucus L.

Linnaea Gron., Linnäe.
Stämmchen fadenförmig; Blätter gegenständig, immergrün; Blüthen weiß; Früchte drüsenhaarig. Mai, Juni. . . . . L. borealis L.

Diervilla Tournef., Dierville.
Blüthen gelb. Mai. . . . . D. canadensis.

Symphorikarpus Adans. Schneebeere.
Blüthe außen rosenroth, innen weiß behaart; Beeren kirschengroß, schneeweiß. Juni, Juli. . . . . S. racemosus Midot.

Sambucus L. Hollunder.
1. Blüthen weiß, in flachen Doldentrauben mit 5 auf gleicher Höhe entspringenden Hauptästen; Beeren schwarz (selten weiß oder grünlich). Juni, Juli. S. nigra L.
— — gelb, in eiförmigen, gedrängten Rispen; Beeren scharlachroth (selten gelb). April, Mai. . . . . , ... S. racemosa L.

Viburnum L. Schneeball.
1. Blätter wintergrün, länglich-eiförmig, ganzrandig; Beeren schwarz. Istrien; März, April. . . . . V. Tinus L.
— — sommergrün. 2.
2. Blätter eiförmig, am Rande gesägt, unterseits filzig; Blüthen alle gleich groß; Beere roth, später schwarz. Mai. . . . . V. Lantana L.
— — 3—5lappig, die Lappen zugespitzt und gezähnt; Randblumen größer und unfruchtbar; Beeren länglich, scharlachroth. Mai, Juni. V. Opulus L.

Lonicera L. Geisblatt.
1. Blüthen wirtelständig oder in Köpfchen; Stengel windend; Früchte von dem stehenbleibenden Kelche gekrönt (Geisblatte). 2.
— — paarweise stehend; Stengel nicht windend; der Saum des Kelches hinfällig, krönt daher die Frucht nicht. (Heckenkirschen.) 5.
2. Blätter immergrün. Istrien. Mai, Juni. . . . . . L. implexa Ait.
— — sommergrün. 3.
3. Blätter alle getrennt; die Blüthen in gestielten Köpfchen. Juni—August. L. Periklymenum L.
Die obersten Blätter unter sich verwachsen, durchblättert. 5.
4. Blüthen in gestielten Köpfchen; die Blätter unten meist rauhhaarig. Littorale. Juli, August. . . . . L. etrusca Saut.

— — wirtelständig und in Köpfchen, die Endköpfchen sitzend. Oesterreich, Krain, Südtyrol. Mai, Juni. . . . . L. Caprifolium L.

5. Die beiden Fruchtknoten nur an der Basis verwachsen. 6.
   — — halb verwachsen. 7.
   — — ganz oder fast bis zur Spitze unter einander verwachsen. 8.
6. Blüthenstiele den Blüthen fast an Länge gleich; die Blätter weichhaarig; die Blüthen gelblich-weiß; die Beeren roth. Mai, Juni. L. Xylosteum L.
   Blüthenstiele viel länger, als die Blüthen; die Blätter kahl; die Blüthen röthlich-weiß; die Beeren schwarz. Auf höheren Gebirgen. April, Mai. L. nigra L.
7. Blüthenstiele lang; Blüthe rosenroth, kahl; Staubgefäße eingeschlossen. Beeren roth, rundlich. . . . . L. tatarica L.
8. Blüthenstiele kürzer als die Blüthen; die beiden Fruchtknoten gänzlich zu einem einzigen kugeligen vereinigt. Alpen und Voralpen. Mai, Juni. L. coerulea L.
   — — viel länger als die purpurrothen Blüthen; Fruchtknoten fast bis zur Spitze verwachsen; Blätter glänzend, lang zugespitzt. Alpen und Voralpen. Mai, Juni. . . . . L. alpigena L.

---

18. Jasmineae R. Br.

Jasminum L. Jasmin.

4—5 m hoher Strauch mit schlanken Zweigen, gegenständigen Blättern mit 7—9 Abschnitten, weißen, duftenden Blüthen. Littorale, Südtyrol; Juli, Aug. J. officinale L.

---

19. Oleaceae Lindl.

1. Blüthen vollständig, mit Kelch und Blumenkrone, mit oder erst nach den Blättern sich entfaltend 2.
   — — unvollständig, nackt, nur aus den Befruchtungsorganen bestehend, ohne Kelch und Blumenkrone, lange vor den Blättern sich entfaltend; Frucht geflügelt . . . . Fraxinus L.
2. Blumenkrone flach-glockenförmig oder trichterförmig, vierzähnig, vierlappig oder viertheilig; Frucht ungeflügelt; Blätter einfach und ganz. 3.
   — — aus 4 abfälligen Blumenblättern gebildet; Flügelfrucht länglich, einsamig, Blätter gefiedert. . . . . Ornus Pers.
3. Blumenkrone radförmig oder flach-glockenförmig, tief-viertheilig. 4.
   — — langröhrig, trichterförmig, 4spaltig. 5.
4. Narbe 2spaltig ausgerandet; Blätter unten graulich-mehlig oder beschuppt. Olea L.
   — — dick, einfach, ganz, meist knopfförmig ohne Ausrandung; Blätter immergrün, glatt und kahl, höchstens unten punktirt, aber weder graulich-mehlig, noch beschuppt. . . . . Phillyrea Tourn.

5. Eine fleischige Steinfrucht mit zwei 1—2samigen Steinkernen; Blätter am Grunde ganz, ohne Ausschnitt; Kelch hinfällig. . . . . Ligustrum L.
Eine trockene 2fächerige Kapsel, welche bei der Reife in der Art aufspringt, daß die Trennung an der Mittelrippe der beiden Fruchtblätter stattfindet, während sich zugleich die Scheidewand der Länge nach spaltet, so daß jede Klappe 2 offene einsamige Halbfächer darstellt; Blätter am Grunde herzförmig; Kelch bleibend. . . . . Syringa L.

Olea L. Oelbaum.
Blätter länglich-elliptisch, umgerollt; Blüthen gelblich-weiß, duftend, in kurzen Trauben, Steinfrucht schwarz, rundlich, mit gelbem Fleisch. Südtyrol, Littorale; Mai, Juni. . . . . O. europaea L.

Phillyrea L. Steinlinde.
Immergrüner kleiner Strauch mit lanzettlichen Blättern, beerenartiger Steinfrucht und weißen Blüthen. Istrien, Südtyrol; März, April. P. media L.

Ligustrum L. Hartriegel.
Blätter lanzettlich-elliptisch, spitz, kahl. Blüthen weiß, duftend; in Sträußen. Beeren schwarzglänzend mit rothem Fleisch. Juni, Juli. L. vulgare L.

Syringa L. Flieder.
Blätter herzförmig, langgestielt. Blüthen in großen Sträußen; roth, lila bis weiß. April, Mai. . . . . S. vulgaris L.

Fraxinus L. Esche.
4—7 Blattpaare, Blättchen sitzend, gesägt, zugespitzt. Knospen schwarz, Aeste aschgrau. April, Mai. . . . . F. excelsior L.

Ornus Pers. Blumenesche.
3—5 Blattpaare, 4 lineallanzettliche weiße Blumenblätter. Krain, Südtyrol; April, Mai. . . . . O. europaea Pers.

---

20. Apocyneae R. Br.

1. Blumenkrone präsentirtellerförmig; Schlund nackt. . . . . . Vinca L.
— — trichterförmig, Schlund mit einer zerschlitzten Krone. . Nerium L.

Vinca L. Sinngrün.
Immergrün; Blätter elliptisch; Krone violett, bis 2½ cm breit. In Laubwäldern. April, Mai. . . . . V. minor L.

Nerium L. Oleander.
Strauch 2—3 m hoch, immergrün; Blätter lanzettlich; ganzrandig; Blüthen rosenroth, in Trugdolden; schotenförmige Balgfrucht (giftig). Südtyrol; Juli, August. . . . . N. Oleander L.

---

21. Labiatae Juss.

1. Zwei Staubblätter. 5.
4 Staubblätter, wovon 2 kürzer und 2 länger. 2.
2. Röhre der Blumenkrone inwendig unterhalb der Einfügung der Staubblätter mit einem ununterbrochenen Ringe von Haaren besetzt. . . Prasium L.

— — inwendig nackt. 3.

3. Staubblätter einander genähert, gleichlaufend; die Oberlippe der Blumenkrone fehlt, oder sie ist eigentlich 2theilig, aber ihre Zipfel sind auf den Rand der Unterlippe vorgerückt. . . . . Teucrium L.

— — von einander entfernt; die Blumenkrone vollkommen 2lippig. 4.

4. Staubblätter gerade, nach oben auseinander tretend. . . . Thymus L.

— — — — — nach oben bogig zusammenneigend. . . . Satureja L.

5. Staubfäden mit einem rückwärts gerichteten Zahne. . . Rosmarinus L.

— — — zahnlos; Kelch 2lippig, Krone helmförmig. . . . Salvia L.

Rosmarinus L. Rosmarin.

Kleinstrauch 1 m hoch, mit linealen, unterseits weißfilzigen, zurückgerollten Blättern und kleinen bläulichen Blüthen in Trugdolden. Littorale; April, Mai. R. officinalis L.

Salvia L. Salbey.

Blätter dünnfilzig, runzelig, länglich; Blüthenquirle 4—6blüthig, dunkelblau oder violett, groß. Littorale; Juni, Juli. . . . . S. officinalis L.

Thymus L. Thymian.

1. Stamm aufrecht; Blätter spitz, am Rande umgerollt, in den Blattwinkeln büschelig. Istrien; Mai, Juni. . . . . Th. vulgaris L.

Stamm kriechend; Blätter stumpf, flach. Juli—Sept. Th. Serpyllum L.

Satureja L. Pfefferkraut.

1. Stengel ziemlich stielrund, flaumig. 2.

— — viereckig, kahl. Krain; Juli, August. . . . . S. pygmaea Sieb.

2. Zipfel der Kronenlippe länglich, stumpf, fast gleich, die Oberlippe tief ausgerandet. Südtyrol, Krain; Juli, August. . . . . . S. montana L.

— — ungleich, die seitlichen gestutzt, der mittlere noch einmal so breit, rundlich, ungetheilt, am Rande wellig, die Oberlippe seicht ausgerandet. Krain, Littorale; Juli, August. . . . . S. variegata Host.

Prasium L. Niccoline.

Blüthen einzeln in den oberen Blattachseln, weiß, Früchte schwarz, saftig; Blätter langgestielt, herzeiförmig, die oberen länglich eirund. Istrien; März bis Mai. . . . . P. majus L.

Teucrium L. Gamander.

Blätter gestielt, fein flaumig, oberseits glänzend, unterseits graugrün. Blüthen gelb, zu 6 im Quirl. Stamm zottig. Littorale; Juli, Aug. T. flavum L

---

22. Verbenaceae Juss.

Vitex L. Keuschbaum.

Strauch 1—4 m hoch, mit filzigen, 4kantigen Zweigen, violetten, außen weißfilzigen Blüthen in Scheinquirlen, kleinen würzigen Steinfrüchten, fingerigen Blättern. Littorale; Juli, August. . . . . V. agnus castus L.

---

23. Solaneae Juss.

1. Krone radförmig. Solanum L.
   — — trichterförmig. . . . . Lycium L.

Solanum L. Nachtschatten.

Blätter herzförmig, obere spießförmig. Blüthen violett, mit 2 grünen, weißrandigen Flecken. Beere scharlachroth, länglich. Juni—August.
S. Dulcamara L.

Lycium L. Bocksdorn.

Zweige ruthenförmig hangend; Blätter länglich lanzettlich, Blüthen lila; Beeren scharlachroth, länglich. Aus Südeuropa. Juli—September.
L. barbarum L.

---

24. Ebenaceae Vent.

Diospyros L. Dattelpflaume.

Sommergrüner Baum mit länglich eiförmigen Blättern, kleinen gelbbräunlichen Blüthen, gelbbraunen Beeren. Canton Tessin, doch wahrscheinlich nur verwildert. Juli, August. . . . . D. Lotus L.

---

25. Ericaceae.

1. Blüthe 4zählig; 8 Staubgefäße; Blätter nadelförmig; Kapsel meist loculicid aufspringend, selten eine Beere. 2.
   — 5zählig; Blätter flach; 5 oder 10 Staubgefäße; Kapselfrucht septicid aufspringend. 3.
2. Kelch einfach, 4spaltig, kürzer, als die Blumenkrone . . . . . Erica L.
   — 4blättrig, kronenartig, länger als die glockige Krone, am Grunde von 5—6 Deckblättchen umhüllt . . . . Calluna Saliob.
3. Blumenkrone 5blättrig, weiß, Kapsel 5fächrig. . . . . . . Ledum L.
   — verwachsenblättrig. 4.
4. 5 Staubgefäße, Kapsel 2—3fächrig. . . . . Azalea L.
   10 Staubgefäße. 5.
5. Blumenkrone glocken-, trichter- oder radförmig, 5spaltig, weder bauchig noch eingeschnürt; Früchte 4fächrig. 6.
   — krugförmig (röhrig-bauchig), am Schlunde etwas eingeschnürt; Früchte 5fächrig. 8.
6. Blumenkrone trichterförmig; Staubblätter mit dem Griffel nach einer Seite aufsteigend. . . . . Rhododendron L.
   — radförmig, ganz flach ausgebreitet. 7.
7. Staubblätter gleichförmig in einem Kreise abstehend. Rhodothamnus Rchb.
   — vor dem Aufspringen in Höhlungen der Kronenblätter eingesenkt.
   Kalmia L.

8. Staubbeutel auf dem Rücken unter den Löchern, womit die Fächer aufspringen, begrannt; Blätter weder am Rande umgerollt, noch auf beiden Seiten beschuppt. 9.
— — an der Spitze begrannt oder grannenlos; Blätter entweder schmal mit umgerollten Rändern, oder auf beiden Seiten beschuppt; Kapsel 5fächrig.
Andromeda L.
9. Frucht eine 5fächerige Beere mit 4—5 Samen in jedem Fache. Arbutus L.
— eine kugelige Steinfrucht mit 5 einsamigen Steinkernen.
Arktostaphylos Adans.

Arbutus L. Erdbeerbaum.
Immergrüner Strauch mit lederigen verkehrt-eilänglichen glänzenden Blättern, röthlich weißen Blüthen und rothen Beeren. Krain, Istrien. April, Mai.
A. Unedo L.

Arktostaphylos Adans. Bärentraube.
1. Blätter ungleich gesägt, sommergrün, netzaderig, unten mit vorspringenden Adern. Frucht im zweiten Jahre reifend, anfangs roth, später blauschwarz. Alpen. Mai, Juni. . . . . A. alpina Spr.
— — ganzrandig, immergrün, lederartig; die Adern der unteren Blattseite springen nicht vor; Frucht scharlachroth. Mai, Juni.
(Arbutus uva ursi L.) A. officinalis Wimm.

Andromeda L. Gränke.
1. Blätter schmal mit umgerolltem Rande, oben glänzend, unten bläulich-grün; Krone rosa. Auf Torfmooren. Juni, Juli. . . . . . A. polifolia L.
— — länglich-eiförmig, kaum umgerollt, auf beiden Seiten beschuppt, unterseits roßbraun; Krone weiß. Ostpreußen. April, Mai. A. calyculata L.

Calluna Salisb. Haidekraut.
Immergrüner Kleinstrauch. Blätter 4zeilig, dachziegelförmig, lineallanzettlich, am Grunde pfeilförmig. Blüthentrauben etwas einseitswendig. Gemein. August bis October. . . . . C. vulgaris Salisb.

Erica L. Haide.
1. Blätter am Rande rauhhaarig bewimpert, lineal, zu 3—4quirlige Blüthen krugförmig, rosa, in kopfigen Dolden. Torfige Haiden in Norddeutschland. Juli — September. . . . . E. Tetralix L.
— — kahl. 2.
2. Die dunkeln, fast schwarzen Staubbeutel ragen aus der rosenrothen, röhrigen Blumenkrone hervor. 3.
Die Staubbeutel ragen nicht aus der Blumenkrone hervor. 4.
3. Die Staubbeutel fließen an der Basis mit der Spitze des Staubfadens zusammen; die Kelchblättchen sind länger als die halbe fleischrothe Blumenkrone. Trauben einseitswendig. Voralpen und Gebirge Bayerns, Oesterreich, Böhmen, Voigtland ꝛc., besonders häufig in den Kalkalpen. April, Mai.
(E. herbacea.) E. carnea L.

— — seitlich an der Spitze des Staubfadens angeheftet; die Kelchblätter nur halb so lang, wie die Blumenkrone. Istrien. April. . . E. vagans L.

4. Staubbeutel an der Basis mit zwei verhältnißmäßig langen Grannen; Blüthen kurz-gestielt, quirlförmig in den Blattwinkeln; Blumenkrone hell-violett; die älteren Zweige sind dunkelbraun und kahl, die jüngeren kurz und dicht behaart. Bei Bonn, Aachen. Juni, Juli. . . . . E. cinerea L.

— — an der Basis mit kurzen, häutigen Anhängen; die weißen Blüthen bilden eine große Rispe; Aeste und Zweige rauhhaarig mit weißer Rinde. Süd-Tyrol, Istrien. Mai, Juni. . . . . E. arborea L.

Azalea L. Azalie.

Immergrün, kahl, kriechend, Blätter gegenständig; am Rande umgerollt. Blüthenkrone glockig, rosenroth. Alpen. Juli, August. . . A. procumbens L.

Sommergrün, aufrechter Kleinstrauch. Blätter lanzettlich, etwas wellig, behaart; Blüthen in Dolden, goldgelb, wohlriechend; Kelch weich drüsenhaarig. Aus dem Orient. Mai, Juni. . . . . A. pontica L.

Rhododendron L. Alpenrose.

1. Blätter ganzrandig, lanzettlich, mit umgerolltem Rande, kahl, unten dicht rostfarbig-beschuppt. Auf Urgebirgsalpen. Juli, August. . Rh. ferrugineum L.

— — etwas gekerbt, am Rande bewimpert; unterseits drüsig-punktirt. Auf den Alpen. Juli, August. . . . . Rh. hirsutum L.

Eine schöne Varietät von R. hirsutum mit viel breiteren Blättern und größeren, heller gefärbten Blüthen ist. . . . . Rh. latifolium Hoppe.
Eine Mittelform zwischen beiden, vielleicht Bastard, mit schwach gekerbten oder ganzrandigen und nur hier und da mit einzelnen Wimperhaaren besetzten Blättern, deren Unterseite dicht stehende, jedoch von einander getrennte Harztüpfel zeigt, ist . . . . Rh. intermedium Tausch.

Rhodothamnus Rchb. Alpenröschen.

Kaum 15 cm. hoher Kleinstrauch mit langgestielten, großen, rosarothen Blüthen, dicht gedrängten länglich-lanzettlichen Blättern. An Felsen der Kalkalpen, Juni, Juli. . . . . R. Chamaecistus L.

Ledum L. Porst.

Blätter lineal-lanzettlich, umgerollt, unterseits rostfilzig; Blüthen in langgestielten Doldentrauben, weiß. (Giftig!) Auf Torfmooren. Norddeutschland. Juli, August. . . . . L. palustre L.

---

26. Vaccinieae Dec.

1. Stamm fadenförmig, kriechend; Blüthen endständig, langgestielt, zu 2 oder in Dolden. . . . . Oxycoccos Pers.

— — aufrecht; Blüthen kurzgestielt einzeln in den Blattachseln oder in kurzen Trauben. Blumenkrone nicht über die Mitte getheilt. . . Vaccinium L.

Oxycoccos Pers. Moosbeere.

Blumenkrone bis auf den Grund getheilt, die Zipfel zurückgeschlagen; Blüthen

lang-gestielt; Stengel fadenförmig, kriechend. Torfmoore. Juni — August. (Vacc. oxycoccos L.) O. palustris Pers.

Vaccinium L. Heidelbeere.

1. Blätter sommergrün; Blumenkrone eiförmig oder kugelig. 2.
— — immergrün. 3.
2. Blätter gesägt; Blüthenstiele vereinzelt und einblüthig; die Zweige mit scharfen Kanten. Mai, Juni. . . . . V. Myrtillus L.
— — ganzrandig, unten bläulich-grün, netzaderig; Blüthenstiele gehäuft; Zweige rund. Torfboden. Mai, Juni. . . . . . V. uliginosum L.
3. Blüthen in nickenden, endständigen Trauben. Mai — Juli. V. Vitis idaea L.
— — einzeln in den Blattachseln und mitunter wenigblüthige Endtrauben bildend. Bei Berlin. Mai, Juni. (V. Myrtillus × V. vitis idaea.) V. intermedium Ruthe.

---

27. Araliaceae Juss.

Hedera L. Epheu.

Blätter 5lappig; Blüthendolden einfach; Beere schwarz; blüht October. H. Helix L.

---

28. Ampelideae Kunth.

Ampelopsis Michx. Zaunrebe.

Blätter gefingert (im Herbst blutroth); Blumenblätter trennen sich von der Spitze nach der Basis; Beeren schwarz, erbsengroß. (Im südlichen Tyrol verwildert.) Juli, August. . . . . A. hederacea Mich.

Vitis L. Weinrebe.

Blätter handlappig, herzförmig; Beere groß; Blumenblätter an der Spitze verwachsen, lösen sich an der Basis wie eine Haube ab; (hier und da verwildert). Juni, Juli. . . . . V. vinifera L.

---

29. Corneae DC.

Blätter laubartig; Blüthen zwittrig. . . . . Cornus.
— — immergrün, lederig; Blüthen diöcisch . . . . Aucuba.

Cornus L. Hornstrauch.

1. Blüthen gelb, erscheinen vor dem Laubausbruche und bilden kleine, die Hülle kaum überragende Dolden; Steinfrucht länglich. April Mai. Corneliuskirsche, C. mas L.
— — weiß, erscheinen nach dem Laubausbruche und bilden ebene Trugdolden ohne Hülle; Steinfrucht schwarz. Juni, Juli. . . . C. sanguinea L.
— — Steinfrucht weiß; Blattunterseite weißlich. Juni, Juli. C. alba L.

Aucuba L.

Blätter glänzend grün, mit gelben Flecken (Zimmer- und Gartenpflanze aus Japan) . . . . Aucuba japonica Thunb.

---

30. Loranthaceae Don.

1. Zweihäusig; Blüthen in Knäulen; Blumenblätter (selten 3—5) an den ♂ Pflanzen zu einer vierzipfeligen Krone verwachsen; Staubbeutel den Blumenkronenzipfeln der Länge nach aufgewachsen; Narben sitzend; Beere weiß, rundlich . . . . Viscum L.

   Zwitterig oder polygamisch; Blüthen in Trauben; meist 6 Blumenblätter; Staubfäden kurz aber nebst den Staubbeuteln frei; Griffel mit dicklicher Narbe; Beere gelblich, am Grunde fast birnförmig zugespitzt. Loranthus L.

Viscum L. Mistel.

1. Mit lanzettförmigen, abgestumpften Blättern; Beeren weiß, kugelig mit sehr klebrigem Safte erfüllt. Schmarotzt auf Aesten fast sämmtlicher Baumarten. März, April. . . . . V. album L.

   Blattlos; Beeren länglich, bräunlich. Schmarotzt auf den Aesten von Juniperus Oxycedrus. Insel Cherso. . . . . V. Oxycedri Dec.

Loranthus L. Riemenblume.

Schmarotzt auf den Aesten der Eichen und Linden. Littorale, Krain, Steiermark, Böhmen; April, Mai. . . . . L. europaeus L.

---

31. Ribesiaceae Dec.

Ribes L. Johannis- und Stachelbeere.

1. Blüthenstiele 1—3blüthig; Aeste und Zweige bestachelt. April, Mai (Stachelbeeren) . . . . R. Grossularia L.

   Blüthen in reichblüthigen Trauben; Aeste und Zweige ohne Stacheln (Johannisbeeren). 2.

2. Blätter unten drüsig-punktirt; Blüthen grün, Blumenblätter innen roth; Trauben weichhaarig, hangend; Beeren schwarz. April, Mai. R. nigrum L.

   — — unten drüsenlos. 3.

3. Blüthen röthlich, bewimpert; Blattlappen spitz; Beeren blutroth. In den Voralpen, Sudeten und Vogesen. April—Juni. . . R. petraeum Wulf.

   — — grünlich oder grünlich-gelb; Beeren roth. 4.

4. Trauben aufrecht; Deckblätter länger, als die Blüthenstielchen; Blüthen eingeschlechtig, männliche Trauben vielblüthig, weibliche 2—5blüthig. Gebirgige, felsige Orte; Mai. . . . . R. alpinum L.

   — — hangend, wenigstens nach dem Verblühen; Deckblätter kürzer, als die Blüthenstielchen; April, Mai. . . . . R. rubrum L.

---

32. Ranunculaceae Juss.

1. Kelch kronenartig, 4—5spaltig; Blumenkrone fehlt; Blätter einfach oder doppelt gefiedert. . . . . Clematis L.
— — kronenartig, 4—5spaltig, violett; Blumenblätter zahlreich, viel kleiner, als die Kelchzipfel; Blätter doppelt 3zählig. . . . . . Atragene L.

Clematis L., Waldrebe.

1. Perigon weiß; Schweife der Früchtchen lang, bartig. 3.
— — blau, 5—6 cm breit, verkehrt-eiförmig, abgestumpft; Früchtchen unbeschweift, kahl. Littorale, Istrien; Mai—August. . . Cl. Viticella L.
2. Blätter einfach-gefiedert, flaumig; Kelchblätter beiderseits filzig. Juni, Juli. Cl. Vitalba L.
— — doppelt-gefiedert, kahl; Kelchblätter nur unterseits am Rande filzig. Littorale, Istrien; Juni, Juli. . . . . Cl. Flammula L.

Atragene L., Alpenrebe.

Kletternder Strauch; Kelch bis 5 cm breit. Alpen; Juli, August. A. alpina L.

---

33. Berberideae Vent.

Blätter einfach, ungetheilt; Beere roth, 2samig; Kronenblätter am Grunde mit 2 Drüsen. . . . . Berberis.
— — gefiedert. Beere blauschwarz-mehrsamig; Kronenblätter drüsenlos. Mahonia.

Berberis L. Sauerdorn, Berberitze.

Blüthentrauben länger, als die Blätter; Kronenblätter nicht ausgerandet. Durch ganz Deutschland. Mai, Juni. . . . . B. vulgaris L.
— — nicht länger, als die Blätter, Kronenblätter ausgerandet. B. caroliniana Lond. (B. canadensis Pursh).

Mahonia Nutt. Mahonie.

Blätter 3—5paarig; Blättchen mit 6 oder 9 Dornzähnen jederseits, glänzend; Beeren dunkel-purpurroth, violett bereift. . . . M. Aquifolium Nutt.
Blätter 3—6paarig; Blättchen mit 4—5 Dornzähnen jederseits, matt, bläulich-grün. Beeren blauschwarz, weißlich bereift. . . . M. fascicularis Dec.

---

34. Capparideae Juss.

Capparis L. Kappernstrauch.

Dorniger Strauch, bis 1 m hoch, mit weißen, blaßröthlichen Blüthen, gelben Staubbeuteln, violetten Fäden. Aus Istrien; Juni, Juli. C. spinosa L.

---

35. Cistineae Dunal.

1. Kapsel vom bleibenden Kelche umschlossen, 5—10fächerig; Blüthen weiß oder purpurröth; Blätter ohne Nebenblätter. . . . . Cistus L.
— — einfächerig oder unvollkommen 3fächerig; Blüthen gelb, selten weiß; Blätter mit Nebenblättern. . . . . Helianthemum Tourn.

Cistus L. Cistrose.

1. Narben fast sitzend; Blumenkrone weiß. 2.
 Griffel so lang, wie die Staubblätter; Blumenkrone purpurroth, am Grunde gelb gefleckt. Istrien; Juni, Juli. . . . . C. creticus L.
2. Blätter linien-lanzettförmig, auf beiden Seiten klebrig-flaumig; Blüthen in einseitigen Trauben. Istrien; Mai, Juni. . . . C. monspeliensis L.
 — — eiförmig, stumpf, kurzhaarig-rauh, unten etwas filzig; Blüthen an der Spitze der Aestchen doldenartig beisammen stehend. Littorale; Mai, Juni. C. salviaefolius L.

Helianthemum Tourn. Sonnenröschen.

1. Blätter mit Nebenblättern. 2.
 — — ohne Nebenblätter. 3.
2. Blätter bewimpert, kurzhaarig oder unten filzig; die inneren Kelchblätter stumpf mit aufgesetztem Spitzchen, kahl; Blumenkrone gelb; Kapsel groß, vielsamig. Juni—August. H. vulgare Gaertn.
 — — nicht bewimpert, oben etwas grau, unten filzig; die inneren Kelchblätter sehr stumpf; Blumenblätter weiß mit gelblichen Nägeln. Bei Mainz, Würzburg &c.; Juni, August . . . . H. polifolium L.
3. Blüthen einzeln, goldgelb; Griffel 3mal so lang, als der Fruchtknoten; Blätter lineal, fein-stachelspitzig, zerstreut. Juni, Juli. H. Fumana Mill.
 Griffel so lang, wie der Fruchtknoten; Blätter lineallänglich oder oval, gegenständig. Mai — August. . . . . . . H. oelandicum Wahlbg.

---

36. Tiliaceae Juss.

Tilia L. Linde.

1. Blätter oberseits dunkelgrün, unterseits glatt, bläulich-grün, in den Achseln der Blattrippen mit rostfarbigen Haarbüscheln; Trugdolden 5—7blüthig; Frucht undeutlich 4—5kantig, dünnschalig . . . . T. parvifolia Ehrh.
 — — unterseits weichhaarig, hellgrün, in den Winkeln der Rippen mit weißlichen Haarbüscheln; Trugdolden 2—5blüthig; Blüthe hellgelb; Frucht deutlich 5rippig, mit starker Schale. . . . . . T. grandifolia Ehrh.
 T. alba W. K. aus Ungarn hat Blätter mit silberweißer Unterseite und ohne Bärte in den Rippenwinkeln.

---

37. Tamariscineae Desv.

1. 10 Staubblätter, unten in eine Röhre verwachsen, 5 derselben abwechselnd kürzer; Samen mit gestieltem Haarschopfe. . . . . Myricaria Desv.
 4—5 (selten 10) Staubblätter, nur am Grunde in einen drüsigen Ring verwachsen, gleich lang; Samen mit ungestieltem Haarschopfe. . Tamarix L.

Tamarix L. Tamariske.

1. Deckblätter fein zugespitzt; Blüthen in Rispenähren: Krone hellroth, rosa oder weiß. Zierstrauch. Am adriatischen Meere; Juli. . T. gallica L.

— — aus eiförmiger Basis länglich oder lanzettförmig, abgestumpft; Blüthen weiß; Blätter am Rande durchscheinend drüsig. Istrien; Juli.
T. africana Poir.

Myricaria Desv. Myrikarie.

Durch die ganze Alpenkette und von da in die Ebene, z. B. bei Augsburg. Mai, Juni. . . . . M. germanica Desv.

---

38. Acerineae Dec.

Acer L. Ahorn.

1. Blüthen in hangenden zusammengesetzten Trauben. A. pseudo-platanus L.
   — — in Trugdolden oder Doldentrauben. 2.
2. Blätter unten matt und meergrün; Doldentrauben bald überhangend.
   A. opulifolium Vill.
   — — unten und oben gleichfarbig. 3.
3. Blätter 5lappig mit lang-zugespitzten, gezähnten Lappen; Trugdolden aufrecht.
   A. platanoides L.
   — — 3—5lappig mit abgestumpften, ganzrandigen Lappen. 4.
4. Doldentrauben aufrecht; Flügel der Frucht horizontal divergirend.
   A. campestre L.
   — — hangend; Flügel der Frucht nach vorn gerichtet.
   A. monspessulanum L.

---

39. Hippocastaneae Dec.

Aesculus L. Roßkastanie.

1. 5 Kronenblätter; Staubgefäße meist 7, herabgebogen; Kapsel krautstachelig, 3fächerig; Blätter meist 7zählig; Blättchen keilförmig.
   Ae. Hippocastanum L.

Pavia D. Pavie.

1. 4 Kronenblätter; Staubgefäße meist 8, gerade; Blätter 5zählig; Blättchen lanzettlich; Kapsel stachellos. 2.
2. Blüthen gelb; Kelch grün. . . . . P. flava Dec.
   Blüthen roth, purpurn gefleckt; Kelch purpurroth. . . . . P. rubra Lam.

---

40. Polygaleae Juss.

Polygala L. Kreuzblume.

Kleinstrauch mit lederartigen, immergrünen Blättern, unregelmäßigen, gelben Blüthen, das vordere Kronenblatt 4lappig. Aus den Alpen und Voralpen bis in die Ebenen des südlichen und mittleren Deutschlands. April—Juni.
P. Chamaebuxus L.

---

41. Celastrineae R. Br.

Blätter einfach, gegenständig; Kelch 4—6 spaltig; Frucht eine 3—5 fächerige Kapsel; Samen mit saftigem Samenmantel.

Evonymus L. Spindelbaum.

1. Zweige 4kantig, glatt; Kapsel ungeflügelt, rosenroth; Samenmantel orangegelb. Durch ganz Deutschland; Mai, Juni. . . . . E. europaeus L.
— — rund. 2.

2. Zweige warzig; Kapsel ungeflügelt, gelblich; Samenmantel blutroth, den Samen nicht ganz umfassend. Vorzüglich im südlichen Deutschland; Mai, Juni . . . . E. verrucosus Scop.
— — nicht warzig, etwas zusammengedrückt; Kapsel an den Kanten geflügelt; purpurroth; Samenmantel orangegelb. Durch die ganze Alpenkette; Mai, Juni . . . . E. latifolius Scop.

---

42. Staphyleaceae Lindl.

Staphylea L. Pimpernuß.

Blätter gefiedert; Kelch 5theilig, weiß; Frucht häutig, wie aufgeblasen, mit rundem, braunem Samen. In den Alpen und Voralpen; Mai, Juni.
St. pinnata L.

---

43. Ilicineae. (Aquifoliaceae Dec.)

Ilex L. Stechpalme.

Immergrüner Strauch oder Baum mit dornig gezähnten, ledrigen, eiförmigen Blättern, kleinen weißröthlichen Blüthen und scharlachrothen Beeren. In Wäldern Norddeutschlands, der Alpen, Vogesen &c. Mai, Juni.
I. Aquifolium L.

---

44. Rhamneae R. Br.

1. An den Aesten und Zweigen ist die Basis der Blattstiele mit paarigen Dornen (Nebenblättern) besetzt. Sperrig verästelte Sträucher. 2.
Aeste und Zweige ohne Blattstacheln, bisweilen in einen Dorn ausgehend.
(Frangula Tourn.) Rhamnus L.

2. Steinfrucht rundlich oder eiförmig, saftig. . . . . Zizyphus Tournef.
— — trocken, mit breitem, kreisförmigen Flügelrande. Paliurus Tournef.

Zizyphus Tournef. Judendorn.

Mit goldgelben Blüthen und länglicher, dunkelrother Steinfrucht. Stammt aus Syrien; im südlichen Tyrol &c. cultivirt und verwildert; Juni—August.
Z. vulgaris Lam.

Paliurus Tournef. Stechdorn.

Blüthen in kleinen, goldgelben Trauben; Steinfrucht trocken, braun mit dunkelrothem, gekerbtem Blüthensaume. In Südtyrol, Krain, Littorale; Juni, Juli. . . . . P. aculeatus Lam.

Rhamnus L. Wegdorn.

1. Zweige nicht in Dornen endend; Blüthen zwitterig, 5blätterig und 5männig; Griffel ungetheilt mit kopfförmiger Narbe. 2.
   Blüthen zweihäusig oder polygamisch, 4blätterig und 4männig; Griffel 2—3spaltig. 3.
2. Blätter ganzrandig, elliptisch-oval; Frucht anfangs grün, dann roth, reif schwarz. Gebüsche, Wälder; Mai, Juni. (Frangula Alnus Mill.) Rh. Frangula L.
   — — gekerbt-gesägt, die Zähne knorpelig gerandet. Krain, Littorale; Juni und Juli. . . . . Rh. rupestris Scop.
3. Blätter und Zweige gegenständig, letztere häufig in Dornspitzen endigend; Blattstiele kahl oder fast kahl. 4.
   — — — abwechselnd, ohne Dornen. 6.
4. Blätter eiförmig mit rundlicher Basis, zugespitzt, gesägt; Blattstiele 2—3mal länger, als die Nebenblätter. . . . . Rh. kathartica L.
   — — eirund-lanzettlich mit verschmälerter Basis; Blattstiele meist von der Länge der Nebenblätter. 5.
5. Die Steinfrüchte sitzen auf der vollkommen ebenen Scheibe: Blätter elliptisch oder fast rundlich. Istrien; Mai. . . . . Rh. infectoria L.
   — — sitzen auf der plan-convexen Scheibe; Blätter elliptisch oder lanzettförmig. Süddeutschland (Augsburg); Mai, Juni. . . Rh. saxatilis L.
6. Blätter immergrün, lederartig. Istrien; März, April. Rh. Alaternus L.
   — — sommergrün. 7.
7. Jederseits der Mittelrippe befinden sich 6 schiefe, etwas gebogene Secundärnerven; Strauch niederliegend. In den Alpen; April—Juni. Rh. pumila L.
   — — — meist 12 schräge, nicht gebogene Secundärnerven; Strauch aufrecht. Voralpen; Mai, Juni . . . . Rh. alpina L.

---

45. Empetreae Nutt.

Empetrum L. Rauschbeere.

Kriechender Kleinstrauch mit linealen, immergrünen, am Rande zurückgerollten Blättern, röthlichen Blüthen und schwarzen Beeren. Auf moorigen Stellen der Gebirge, Torfmooren; April, Mai. . . . . E. nigrum L.

---

46. Euphorbiaceae Juss.

Buxus L. Buchsbaum.

Immergrüner Strauch oder kleiner Baum, 1—3 m hoch; Blätter lederig, oberseits glänzend, eiförmig; Blüthen grünlich gelb, geknäult. Süddeutschland; März, April. . . . . B. sempervirens L.

---

47. Terebinthaceae Dec.

1. Blüthen zwitterig oder polygamisch; fünf Blumenblätter. 2.
   — — zweihäusig; Blumenblätter fehlen; Blätter einpaarig gefiedert. Pistacia L.
2. 1 Fruchtknoten; 5 Staubgefäße; kleine trockene Steinfrucht . . . Rhus L.
   2—5 Fruchtknoten; 10 Staubgefäße; Flügelfrucht. . . Ailanthus Desf.

Pistacia L. Pistazie.

1. Blätter ohne Endblättchen, lederartig, immergrün. Istrien; April, Mai. P. Lentiscus L.
   — — mit einem Endblättchen, krautartig, sommergrün; 7—11 Blättchen; Frucht klein, beerenartig. Istrien; April, Mai . . P. Terebinthus L.
   — — 3—5 Blättchen; Frucht groß, mandelförmig. . . . . P. vera L.

Rhus L. Sumach.

1. Blätter einfach, verkehrt-eiförmig, ganzrandig; Blüthen zwitterig, Südtyrol, Krain &c. Mai. . . . . Rh. Cotinus L.
   — — 3zählig, Blättchen winkelig gezähnt; Blüthen 2häusig. Böhmen; Mai. Rh. Toxikodendron L.
   — — unpaarig gefiedert; mit 17—21 Blättchen; Blüthen polygamisch. Rh. typhinum L.

Ailanthus Desf. Götterbaum.

Fiederblätter bis 8 dm lang, mit 15—25 Blättchen, an deren Grunde 1—2 Zähne mit Drüsen. Blüthenrispen mit kleinen grünlich-gelben Blüthen; Flügelfrucht beiderseits spitz. Aus China; Juni. . Ai. glandulosa Desf.

---

48. Juglandeae Dec.

Juglans L. Wallnußbaum.

1. Blätter 2—4paarig, Früchte kahl, glatt. Cultivirt; Mai. . J. regia L.
   6—10paarig; Früchte sammetfilzig. 2.
2. Früchte graugrün. Mai. . . . . J. cinerea L.
   — — schwarz. Mai. . . . . J. nigra L.

---

49. Philadelpheae Don.

1. Staubgefäße 20 und mehr; Blüthen 4—5zählig; Kapsel 4—5fächrig. Philadelphus L.
   — — 10, Fäden geflügelt, mit 2 Zähnen; Blüthen 5zählig, weiß; Kapsel 3—4fächrig; Blätter sternhaarig. . . . . Deutzia Thunb.

Philadelphus L. Pfeifenstrauch.

Blüthen in Trauben, stark duftend, weiß oder gelblichweiß; Blätter elliptisch, zugespitzt. Südtyrol; Mai, Juni. . . . . Ph. coronarius L.
— — einzeln oder zu 3; geruchlos; Blätter länglich-lanzettlich; Borke in Längsrissen sich ablösend . . (Ph. grandiflorus Willd.) Ph. inodorus L.

Deutzia Thunb., Deutzie.

Blätter eilanzettlich, scharf gesägt; Kelchzipfel aus breitem Grunde lanzettlich; Mai, Juni. . . . . D. gracilis S. et Z.

— — eiförmig, lang zugespitzt; fein gezähnt; Kelchzipfel stumpf; Juli. D. crenata S. et Z.

---

50. Myrtaceae R. Br.

Myrtus L. Myrte.

Blüthen einzeln oder zu 2 in den Blattachseln, weiß, 5zählig; Staubbeutel gelb; Beere blauschwarz, Littorale; Juni—August. . . M. communis L.

---

51. Pomaceae Lindl.

1. Kleine unansehnliche, grünliche oder röthliche Blüthen mit aufgerichteten Blumenblättern bilden wenig-blüthige Doldentrauben; kleine meist niederliegende Sträucher. . . . . Cotoneaster Lindl.
   Blüthen verhältnißmäßig groß, weiß oder rosenroth; aufrechte Sträucher oder Bäume. . 2.
2. Die Blüthen bilden endständige Trugdolden; Zweige nicht dornig. Sorbus L.
   — — bilden einfache Dolden, Trauben oder Doldentrauben. 3.
   — — stehen einzeln auf kurzen Stielen. 5.
3. Die Blätter sind verkehrt-eiförmig, 3—5lappig, gesägt, an der Basis keilförmig; die Blüthen bilden kleine Doldentrauben. Zweige dornig. Crataegus L.
   — — sind ganz, höchstens am Rande gesägt oder gekerbt. 4.
4. Die Blüthen bilden Dolden; die Blumenblätter sind rundlich, länger, als der Kelch. . . . . Pirus L.
   — — — bilden lockere Trauben oder Doldentrauben; die Blumenblätter sind lanzettförmig, 4—5mal länger als breit. . . . . Amelanchier Med.
5. Die Griffel kahl; die Blätter länglich-lanzettförmig, ganzrandig und fast stiellos. Mespilus L.
   — — an der unteren Hälfte durch eine dichte Wolle verbunden; die Blätter elliptisch, gestielt, unten filzig. . . . . Cydonia Pers.

Crataegus L. Weißdorn.

1. Früchte schwarz; die jungen Triebe, Blatt- und Blüthenstiele und Kelche weiß-wollig; Blätter fiederlappig, unten etwas filzig. Ungarn. Mai, Juni. C. nigra W. et Kit.
   — — scharlachroth, selten pomeranzen- oder lichtgelb; Blätter 3—5lappig oder 3—5spaltig, kahl. 2.
2. Blattzipfel ganzrandig, oder nur an der Spitze 1—3zähnig; die jungen Triebe meist filzig; Blüthenstiele und Kelche krauszottig; Krone weiß; Früchte so groß wie eine starke Kirsche. Krain, Littorale. Mai. . . . C. Azarolus L.
   — — eingeschnitten oder gesägt; junge Triebe kahl; Früchte kleiner. 3.

3. Zweige und Blüthenstiele kahl; Doldentraube meist einfach; 2—3, selten nur ein Griffel und eben so viele Nüßchen; Früchte eiförmig. Mai, Juni.
C. oxyakantha L.

Zweige kahl, Blüthen kleiner, Blüthenstiele zottig; Doldentraube meist zusammengesetzt; stets nur 1 Griffel und 1 Nüßchen; Früchte fast kugelig, roth. Juni. . . . . C. monogyna Jacqu.

Cotoneaster Lindl. Steinmispel.

Die an der Spitze nackten und freien, unter sich zusammenhangenden Nüßchen sind an der fleischigen Scheibe angewachsen, aber nicht in das Fleisch eingesenkt.

1. Scheibe kahl, am Rande nebst dem Blüthenstiele etwas flaumhaarig; Blätter rundlich-oval, am Grunde abgerundet, am Ende spitz oder etwas ausgerandet mit einem Stachelspitzchen; Früchtchen überhangend. Krone rosa. Steinige Orte, Felsen; April, Mai. . . . . C. vulgaris Lindl.

Scheibe nebst dem Blüthenstiele und Kelche filzig; Blätter größer, oval, an beiden Enden abgerundet, nach vorne nicht merklich eiförmig-zulaufend, unten dichter filzig; Früchtchen meist aufrecht. Alpen und Voralpen; Mai.
C. tomentosa Lindl.

Mespilus L. Mispel.

Blätter unterseits graufilzig, oberseits flaumig, grün; Frucht 2,5—4 cm. breit, genießbar. Dorniger Strauch im südlichen Deutschland; Mai.
M. germanica L.

Cydonia Pers. Quitte.

Dornenlos; Blätter unterseits, wie die Kelchröhre, Zweige und Früchte, grauzottig. Blüthen einzeln, röthlich-weiß. Frucht apfel- oder birnförmig, wohlriechend, gelb. Littorale, Ufer der Donau in Oesterreich; Mai.
C. vulgaris Pers.

Dorniger Zierstrauch; Blätter später kahl; Blüthen zu 1—3; Krone scharlachroth. Aus Japan; April, Mai. (Pirus japonica Thunbg.)
C. japonica Pers.

Pirus L. Birn- und Apfelbaum.

1. Die Griffel an der Basis verwachsen; Blumenblätter außen rosenroth; Staubbeutel gelb. Frucht an der Spitze des Blattstieles nabelartig vertieft. Fruchtfächer nach außen spitz. Bäume mit abblätternder Rinde. Mai.
P. Malus L.

— — frei; Blumenblätter ganz weiß; Staubbeutel roth; Frucht nicht genabelt. 2.

2. Blätter eiförmig, ungefähr von der Länge des Blattstieles, kürzer oder länger zugespitzt, zuweilen selbst rundlich oder etwas herzförmig, gesägt oder gekerbt. 4.
— — drei- bis viermal länger als der Blattstiel, ganzrandig, nur an der Spitze undeutlich gesägt. 3.

3. Blätter verkehrt eirund oder elliptisch, kurz zugespitzt, unten immer weißlichfilzig, ihre Mittelrippe drüsig; Aeste kurz; Frucht platt-kugelig, meist pomeranzengelb getüpfelt. Oesterreich; Mai. . . . . P. nivalis Jacq.

— — länglich-lanzettförmig, spitz, später verkahlend; Frucht am Grunde mehr kegelförmig in den Stiel verlaufend. Istrien; April, Mai.
P. amygdaliformis Vill.

4. Blätter rundlich, schwach gesägt oder gekerbt; Staubbeutel roth; Doldentraube einfach; Fruchtfächer nach außen abgerundet. Frucht in den Stiel verjüngt; April, Mai. . . . . P. communis L.
— — tief ungleich gesägt, Sägezähne zugespitzt, drüsenlos; Doldentraube zusammengesetzt; Frucht birnförmig, klein, eßbar. Elsaß; April, Mai.
P. Pollveria L.

Amelanchier Med. Felsenmispel.

Blüthenstiele filzig; Kelch kahl; Krone weiß; Frucht blau-schwarz, erbsengroß, von den rothen Kelchzipfeln gekrönt. In den Alpen, den rheinischen Gebirgen, Thüringen; April, Mai. (Aronia rotundifolia Pers.) A. vulgaris Mönch.

Sorbus L. Eberesche.

1. Blumenblätter aufgerichtet, röthlich; Kelch filzig; Doldentraube armblüthig; Frucht scharlachroth, länglich; 1—2 m hoher Strauch. Alpen, Vogesen, Sudeten; Mai, Juni. . . . . S. Chamaemespilus L.
— — ausgebreitet, weiß. 2.
2. Blätter unpaarig gefiedert. 3.
— — ganz oder fiederspaltig und höchstens an der Basis gefiedert. 4.
3. Knospen, junge Triebe, Blatt- und Blüthenstiele zottigfilzig; 5—8 Paar Blättchen; Nebenblätter lineal-lanzettlich, rasch abfallend; 3 (selten 4—5) Griffel; Trugdolden sehr groß und dicht, zusammengesetzt; Frucht kugelig, beerenartig, scharlach-, später blutroth, selten wachsgelb; Mai, Juni.
S. aucuparia L.
Knospen kahl, klebrig, mit nur am Rande filzigen Schuppen; Nebenblätter halb herzförmig, blattartig, grün, lange beharrend; meist 5 Griffel; Blumen noch einmal so groß, als bei der vorigen; Früchte viel größer, birn- oder apfelartig, grünlichgelb, rothbackig, meist punktirt. Oesterreich, Krain, Littorale, Thüringen; Mai, Juni. . . . . S. domestica L.
4. Blätter an der Basis tief fiederspaltig oder gefiedert, an der Spitze eingeschnitten, doppelt gesägt; Früchte scharlach- oder braunroth; erbsengroß. Thüringen; Mai. . . . . . (S. aucuparia × Aria?). S. hybrida L.
— — ganz, gesägt oder lappig; Blüthen mit zwei Griffeln. 5.
5. Blätter auf beiden Seiten kahl, gelappt, die Lappen zugespitzt; Blüthen weiß mit gelben Staubbeuteln; Frucht 15 mm lang, etwas länglich; Mai.
S. torminalis Crantz.
— — unten filzig. 6.
6. Blätter nur mit 6—8 Paar Seitenrippen, eingeschnitten-lappig, ungleich-gesägt, unten weißgrau-filzig; die Lappen parallel, vorne abgerundet und durch den mittleren Zahn stachelspitzig; Früchte orange, kuglig, glänzend. Bei Danzig, Vogesen, Riesengebirge; Mai.
(S. scandica Fries.) S. intermedia Pers.

— — mit 10—15 Paar Seitenrippen nur am Rande oder gar nicht gelappt, doppelt-gesägt, unten rein weiß-filzig. 7.

7. Blätter länglich-eiförmig, doppelt-gesägt oder am Rande kleingelappt, Sägezähne und Läppchen von der Mitte des Blattes gegen die Basis abnehmend; Früchte scharlachroth oder gelblich, mehlig, weißfilzig. In Bergwäldern; Mai. S. Aria Crantz.

— — breit-eiförmig, am Rande lappig, Lappen dreieckig-eiförmig, zugespitzt, gesägt, die untersten 3 Lappen größer, etwas abstehend; Früchte gelb bis röthlich, kugelig. Im Würtembergischen, Thüringen; Mai. (S. latifolia Pers.) S. decipiens Bechst.

52. Granateae Don.

Punica L. Granate.

Blüthe 5—8 gliedrig; Staubgefäße zahlreich. Cultivirt im Littorale und Südtyrol; Juni, Juli. . . . . P. Granatum L.

53. Rosaceae Juss.

1. Zahlreiche einsamige Fruchtknoten innerhalb der fleischigen, krugförmigen, oder rundlich-becherförmigen Scheibe befestigt und von derselben eingeschlossen. Rosa L.

Fruchtknoten frei auf dem kegelförmigen Fruchtboden. 2.

2. Fünf Kelchzipfel und Blumenblätter. 3.

Acht Kelchzipfel und Blumenblätter. . . . . Dryas L.

3. Viele einsamige Fruchtknoten sitzen auf einem kegelförmigen Stempelträger, und bilden bei der Reife eine aus mehreren einsamigen Beeren zusammengesetzte Scheinfrucht. . . . . Rubus L.

Fruchtboden flach; die Früchte bilden 2—6samige Kapseln. . Spiraea L.

Spiraea L. Spierstaude.

1. Blätter unpaarig fiedertheilig, die Abschnitte eilanzettlich, zugespitzt, scharf doppelt gesägt. . . . . Sp. sorbifolia L.

— — ungetheilt, ganz oder gelappt. 2.

2. Blüthen in dichten, rispenförmigen Trauben, weiß oder röthlich; Blätter länglich-lanzettförmig. Kärnthen, Steiermark, Krain; Juli, August. Sp. salicifolia L.

— — in endständigen Doldentrauben, weiß. 3.

3. Blätter 3lappig, Lappen eingeschnitten, ungleich gekerbt oder gesägt; Kapseln roth, auf Druck mit Geräusch zerplatzend. Zierstrauch aus Nordamerika. Sp. opulifolia L.

— — ganz. Kapseln nicht aufgeblasen. 4.

4. Zweige kantig-gestreift; die endständigen Doldentrauben einfach; Blätter eiförmig. Krain; Mai, Juni. . . . . Sp. ulmifolia Scop.

— — rund und glatt; Blätter verkehrt-eiförmig, in den Stiel verschmälert. 5.

5. Die endständigen Doldentrauben zusammengesetzt; Blätter ganz kahl. Friaul. Mai, Juni. . . . . Sp. decumbens Koch.
— — — einfach; Blätter flaumig gewimpert. Krain. Mai, Juni. Sp. chamaedrifolia L.

Dryas L. Silberwurz.
Blätter einfach, immergrün, unten schneeweiß; Blüthen einzeln, gipfelständig, weiß; Stengel niederliegend. Früchtchen vom fiedrigen Griffel gekrönt. Durch die ganze Alpenkette und mit den Flüssen in die Thäler hinab; bei München in den Isarauen; Juli, August. . . . . D. octopetala L.

Rubus L. Brombeerstrauch.
1. Blätter gefiedert; Blättchen unterseits weißfilzig; Blumenblätter weiß, aufgerichtet; Scheinfrüchte roth, bei der Reife sich vom Fruchtboden ablösend; Schößling bereift, stachelborstig. Mai, Juni. . . . . . . R. Idaeus L.
— — einfach, 5lappig; Blüthen groß, wohlriechend, roth; Stengel stachellos, drüsenhaarig, aufrecht. . . . . R. odoratus L.
— — aus 3 oder 5 (selten 7) Blättchen gebildet; Blumenblätter ausgebreitet; Scheinfrüchte schwarz, mit dem Fruchtboden abfallend. 2.
2. Früchte glänzend; Kelch bei der Fruchtreife meist zurückgebogen; Schößling unberieft, aufrecht (nur an der Spitze bogig überhangend), kantig, gefurcht, mit starken gekrümmten Stacheln; Blättchen 5zählig, beiderseits grün. Juli, August. . . . . R. fruticosus L.[1])
— — matt mit einem bläulichen Reif überzogen; Kelch an die Frucht anschließend; Schößling blau oder weiß bereift, stielrund, dünnstachlig; Blättchen meist 3zählig. Juli, August. . . . . R. caesius L.

Rosa L. Rose.
1. Die Fruchtknoten ohne Stielchen, auf der inneren Wand der Scheibe vollkommen sitzend. 2.
— — gestielt, wenn auch das Stielchen zuweilen sehr kurz erscheint, so daß dieselben fast sitzend erscheinen. 4.
2. Mit zerstreuten, sichelförmigen, starken, an der Basis zusammengedrückten Stacheln. 3.
Die Stacheln der heurigen Zweige stehen dicht gedrängt und sind nicht sehr ungleich, die größeren pfriemenförmig, etwas gekrümmt, mit erweiterter, zusammengedrückter Basis, die kleineren borstenförmig mit zahlreichen, drüsentragenden Borsten untermischt. Blätter lederig, oberseits glänzend, unterseits blaugrün, behaart; Blüthen purpurroth, meist einzeln; Frucht kugelig, knorpelig. Juni. R. gallica L.
— — ungleich; Blättchen weich, gewimpert und unterseits behaart; Blüthen groß, meist überhangend und gefüllt. Gartenstrauch aus Kleinasien (?). Juni, Juli. . . . . R. centifolia R.

---

[1]) Bezüglich der zahlreichen verwandten Arten s. W. O. Focke: Sinopsis Ruborum Germaniae. Bremen 1877.

Abarten der Centifolie: die Moosrose (R. muscosa Ait), die Monatsrose R. semperflorens Curt.), die Theerose (R. fragrans Red.), die Provinzrose (R. provincialis Mill.) u. a.

3. Blätter unten matt, sommergrün; Blüthen meist doldenförmig, langgestielt. Juni . . . . R. arvensis Huds.

— — oben und unten glänzend, immergrün; Blattstiele oft kleinstachelig; Blüthen weiß; Frucht kugelig. Littorale; Juni. . . R. sempervirens L.

4. Die Blüthen einzelständig ohne Deckblätter, oder von einem Deckblatte, welches aus einem zu einem Nebenblatte reducirten Laubblatte entstanden ist, gestützt; Nebenblätter fast gleichförmig. 5.

— — an der Spitze der Zweige in 3—5- oder mehrblüthigen Afterdolden; alle Blüthen, mit Ausnahme der mittleren, von einem Deckblatte gestützt; wird ein Zweig von einer einzelnen Blüthe begrenzt, so erscheint ein oder das andere Deckblatt mit einem Rudimente einer zweiten oder dritten Blüthe; Nebenblätter an den Blüthenzweigen deutlich breiter, als an den sterilen. 10.

5. Blüthen schön dottergelb oder orangeroth, bis 5 cm breit; Blättchen drüsig doppelt-gesägt (R. Eglanteria L.) . . . . R. lutea Mill.

Var. mit feuerrothen, außen gelben Blüthen. Hier und da verwildert. Juni, Juli . . . . R. punicea Mill.

Blüthen rosenroth oder weiß. 6.

6. Die älteren Zweige immer oder doch oft ohne Stacheln, die heurigen dicht mit borstenartigen geraden Stacheln besetzt. 7.

Auch die älteren Zweige mit Stacheln besetzt; die Stacheln gerade, theils pfriemenförmig, theils borstenartig. 8.

7. Die Stacheln gleichartig, borstenförmig; die freien Enden der Nebenblätter aus einander fahrend; die fruchttragenden Blüthenstiele zurückgekrümmt; Blüthen dunkelrosa; die hangenden, elliptischen, scharlachrothen Früchte vom bleibenden, zusammenschließenden Kelche gekrönt. In den Alpen und Voralpen; Juni, Juli . . . . R. alpina L.

— — ungleich, die größeren pfriemenförmig, die kleineren borstenförmig; die freien Enden der Nebenblätter zusammenneigend; die fruchttragenden Blüthenstiele gerade; die Blüthen rosenroth; die schwarzbraunen, flachkugligen Früchte nicht vom Kelche gekrönt. Bei Rostock und Hamburg; Juni, Juli.

R. lucida Ehrh.

8. Früchte scharlachroth; Blüthenstiel und Kelchröhre mit drüsentragenden Borstenhaaren; Nebenblätter ausgebreitet. Bei Triest; Mai, Juni.

R. gentilis Sternb.

— — schwarz oder schwärzlich-blutroth. 6.

9. Fruchtstiele und Früchte aufrecht; Blättchen klein, oval oder rundlich, kahl, oberseits dunkel, unterseits mattgrün. Blüthen weiß oder gelblich weiß. Steinige, sonnige Plätze, Dünen der Nordseeinseln; Juni, Juli.

R. pimpinellifolia Dec.

— — niedergebogen, Früchte hangend; Nebenblätter rinnenförmig gefaltet; Blumenkrone rosenroth. Littorale; Mai. . . . . . R. reserva W. K.

10. Fruchtknotenstielchen halb so lang, als der Fruchtknoten. 11.
— — eben so lang, als der Fruchtknoten. 15.
11. Die Nebenblätter der sterilen Zweige sind an den Rändern zu einer Röhre eingebogen, und umfassen mit ihrer Basis mehr als die Hälfte des zimmtbraunen Zweiges; Blättchen weichhaarig, unterseits bläulich grün; Blüthen rosenroth; Frucht klein, roth, kuglich. Süddeutschland; Mai, Juni. R. cinnamomea L.
— — zeigen diese Bildung nicht. 12.
12. Nur die heurigen (grünen) Zweige mit Stacheln, die älteren ohne solche; Blüthen purpurroth; Fruchtstiele aufrecht, drüsig-borstig; Früchte elliptisch oder länglich, scharlachroth, von dem ausgebreiteten Kelche gekrönt. Hier und da um Ortschaften verwildert, bei Wien wild; Juni. . . R. turbinata Ait.
Auch die älteren Zweige mit Stacheln. 13.
13. Die Blättchen unten drüsig, die Drüsen dicklich-, beinahe dornig-gestielt. Schweiz; Juni, Juli. . . . . R. spinulifolia Dematra.
— — unten kahl. 14.
14. Die Blätter bestehen aus 5—7 elliptischen, einfach- aber scharfgesägten kahlen Blättchen; Kelchblätter ohne oder mit nur schmalen, langen Anhängseln; Blüthen schön rosenroth; Frucht scharlachroth, kuglig, markig. Zweige und Blätter in der Jugend purpurroth, bläulich-bereist; Blüthenstiele und Scheibe kahl. Voralpen; Juni, Juli. . . . . R. rubrifolia Vill.
— — bestehen aus 7 rundlichen, doppelt-scharf-gesägten Blättchen; Kelchblätter fiederspaltig; Blüthen purpurroth; Frucht roth; Zweige und Blätter weder roth angelaufen, noch bläulich-bereist; Blüthenstiele und Scheibe drüsenborstig. Voralpen; Juni, Juli. . . . . R. glandulosa Bell.
15. Die starken Stacheln sichelförmig gekrümmt. 16.
— — — gerade. 18.
16. Die Griffel in eine vorragende Säule verwachsen, glatt. Blüthen weiß oder blaßroth, nach Moschus duftend, meist einzeln; Frucht eilänglich. Voralpen; Juni. R. systyla Bast.
— — frei. 17.
17. Die Stacheln an den älteren Aesten zerstreut und fast gleichartig; die oberen Zähne der ein- bis dreifach gesägten Blätter zusammenneigend. Blüthen rosenroth; Früchte länglich. Ueberall häufig; Mai, Juni (Hundsrose). R. canina L.

Abarten der Hundsrose: Die Heckenrose R. c. dumetorum Thuill.; R. c. collina Jacq.; R. c. vulgaris Koch.

— — zerstreut, ungleich, die kleineren schmächtiger und mehr gerade; die Sägezähne der Blätter abstehend. Blättchen drüsig, gerieben duftend; Blüthen rosenroth, nach Wein duftend; Frucht kuglich oder ellipsoidisch; kahl. Juni. R. rubiginosa L.
18. Untere Blattseite graulich, dicht weiß-behaart, fast filzig, mit einzelnen Drüsenhaaren; Blattrand weiß-behaart und nur die Spitzen der Kerbzähne drüsen-

tragend; Früchte scharlachroth, knorpelig, kugelig; Kelchblätter nur selten stehenbleibend; Blumenblätter blaß-rosa, am Rande glatt. Juni.

R. tomentosa Sm.

— — graulich, spärlich weiß-behaart, mit zahlreichen Drüsenhaaren dazwischen; Blattrand von Drüsenhaaren bewimpert, dazwischen einzelne Haare; Früchte bei der Reife breiig, von den stehenbleibenden zusammenneigenden Kelchblättern gekrönt; Blumenblätter am Rande meist drüsenartig bewimpert. 19.

19. Früchte fast kugelig, aufrecht. Tyrol, Krain; Juni, Juli.

R. ciliato-petala Besser.

— — sehr groß, kugelig, nickend, borstig drüsig, violett, grau bestäubt; Blüthen rosa, ihr Stiel drüsenborstig. Kärnthen, Steiermark 2c.; Juni.

R. pomifera Herrm.

---

54. Amygdaleae Juss.

1. Früchte mit sammethaariger Oberhaut; Blüthen vor dem Laubausbruch erscheinend, vereinzelt oder paarig, sitzend oder sehr kurz gestielt. 2.

— — mit glatter Oberhaut . . . . Prunus L.

2. Steinfrucht trocken, das Fleisch bei der Reife unregelmäßig aufreißend; Blätter schmal-lanzettförmig, stumpf-doppelt-sägezähnig, in der Jugend von der Mittelrippe aus zusammengelegt. . . . . Amygdalus L.

— — fleischig und saftig, das Fleisch bei der Reife nicht aufspringend. 3.

3. Der Stein mit unregelmäßigen Furchen und von kleinen Löchern durchbohrt; Blätter schmal-lanzettförmig, scharf- und spitz-sägezähnig, in der Jugend von der Mittelrippe aus zusammengelegt. . . . . Persica Tournef.

— — glatt; Blätter eiförmig-elliptisch, in der Jugend am Rande eingerollt.

Armeniaca Tourn.

Amygdalus L. Mandelbaum.

1. Blüthen blaßroth oder weiß; Kelch purpurn; Blattstiel an Länge der Blattbreite gleich oder länger; Frucht länglich oder eiförmig; der Stein mit kleinen Poren versehen. Cultivirt, verwildert bei Fiume; Februar—April.

A. communis L.

— — rosenroth; Kelch purpurn: Blattstiel kurz; Steine fast glatt, ohne Poren. Zwergstrauch. Wien an der Donau bis gegen Bayern; April.

A. nana L.

Persica Tournef. Pfirsichbaum.

Blüthen rosenroth, groß; Kelch purpurn; Frucht kuglig. Aus Asien, cultivirt; bei Fiume verwildert; März, April. . . . . . . P. vulgaris Mill.

Armeniaca Tournef. Aprikose.

Blüthen weiß, Kelch purpurn; Frucht kuglig, orangegelb. Aus Asien; cultivirt; März, April. . . . . A. vulgaris Tourn.

Prunus L. Pflaume.

1. Früchte kahl, unbereift, mit rundlichem, glatten Steinkerne; die Blüthen bilden Dolden oder Trauben und erscheinen zugleich mit den Blättern (Kirschen). 2.

Früchte bereift; Steinkern länglich, berandet; die Blüthen stehen einzeln oder zu zwei und brechen meist vor dem Laube hervor (Pflaumen). 6.

2. Blüthen in Dolden. 3.
— — in Trauben. 5.

3. Unterseite der Blätter behaart; Blattstiel 2drüsig; Blüthenstand nur von den Knospenschuppen umgeben. Frucht süß: April, Mai. . . P. avium L.
— — unbehaart, Oberseite glatt und glänzend. 4.

4. Alle Blätter zugespitzt, die Blattstiele ohne Drüsen; Blüthenstand am Grunde Blätter tragend; Frucht sauer. Aus Asien; April, Mai. . P. Cerasus L.
Blätter der Seitenknospen verkehrt-eiförmig, rundlich-abgestumpft, die oberen länglich oder lanzettförmig zugespitzt, Sägezähne drüsig. Ein kleiner Strauch. Unteröstreich, Rheinpfalz; April, Mai.
Pr. Chamaecerasus Jacqu.

5. Blattstiel 2drüsig; die Blüthen bilden lange hangende Trauben. Mai.
Pr. Padus L.
— — ohne Drüsen; die Blüthen bilden aufrechte Doldentrauben. Südtyrol, Regensburg, Rheinische Gebirge. Mai, Juni. . . . . P. Mahaleb L.
— — —, Blätter groß, oval, oberseits dunkelglänzend, unterseits an der Basis der Blattrippen filzig. Zierstrauch aus Nordamerika; Juni.
P. serotina Ehrh.

6. Blüthenknospen einblüthig, Blüthenstiele unbehaart. 7.
— — häufig 2blüthig; Blüthenstiele behaart. 8.

7. Früchte aufrecht, schwarzblau; sehr herbsauer; Aestchen weichflaumig, mit dornspitzigen, sperrigen Seitenzweigen. April, Mai. . . . P. spinosa L.
— — hangend, roth, eßbar; Aestchen glatt. Cultivirt; April, Mai.
P. cerasifera Ehrh.

8. Die Zweige fein-behaart; Blüthen weiß; Früchte rund, gelb, röthlich, schwarzblau oder grünlich. In vielen Sorten cultivirt. April, Mai. P. insititia L.
— — meist unbehaart; Blüthen gelblichweiß; Früchte länglich, schwarzblau, röthlich oder gelb. April, Mai. . . . . P. domestica L.

---

55. Papilionaceae L.

1. Blätter einfach oder nur aus 3 Blättchen bestehend; 10 Staubgefäße, einbrüderig. 5.
— — gefiedert mit mehr als einem Joche; 10 Staubgefäße, zweibrüderig. 2.

2. Hülse aufgeblasen, häutig, nicht aufspringend; Blüthen in 2—3blüthigen, langgestielten Trauben . . . . Colutea L.
— — nicht aufgeblasen. 3.

3. Hülse verlängert, plattgedrückt. 4.

4. Blüthen in vielblüthigen, hangenden Trauben. . . . . . . Robinia L.
— — achselständig, gebüschelt. . . . . Caragana Lam.

— — verlängert, rundlich oder vierkantig; Blüthen in 2—3blüthigen, langgestielten Trauben oder 5—8blüthigen Dolden; Frucht eine Gliederschote. Coronilla L.

— — kürzer als der Kelch, Blüthen in kurz-gestielten, blattachselständigen Trauben; Blattstiele bleibend, an der Spitze dornig . . Astragalus L.

5. Kelch 1lippig, oberwärts gespalten, Lippe an der Spitze feingezähnelt; Blätter einfach, lineal, Strauch dornenlos. . . . . Spartium L.

— — 2lippig. 6.

— — 5spaltig. 9.

6. Kelch bis zur Basis 2theilig; Schiffchen aus 2 getrennten Blättchen; Blätter einfach lineal, in eine stechende Stachelspitze endigend; Hülse angeschwollen, kaum länger, als der Kelch; Strauch sehr dornig. . . . . . . Ulex L.

— — nicht über die Mitte gespalten. 7.

7. Griffel kreisförmig zusammengerollt; Narbe endständig; Blätter 3zählig (die oberen einfach); Hülse am Rande zottig. . . . . Sarothamnus Wimm.

— — aufgerichtet, nicht zusammengerollt. 8.

8. Blätter, wenigstens größtentheils, einfach. . . . . Genista L.

— — alle aus 3 Blättchen bestehend. . . . . Cytisus L.

9. Blüthen trauben- oder ährenförmig, rosenroth; Pflanze drüsig behaart und klebrig. Ononis L.

Ulex L. Heckſame.

Blätter lineal und stechend, wie die Aeste. Blüthen gelb, Hülsen zottig. Hier und da in Deutschland, vorzüglich im Norden; Mai, Juni. U. europaeus L.

Spartium L. Pfriemen.

Blüthen groß (2,5—3 cm lang); Hülsen kahl, lang. Littorale; Mai, Juni. Sp. junceum L.

Sarothamnus Wimm. Besenstrauch.

Blüthen einzeln und zu 2, gelb; Hülse an den Rändern zottig; Stengel scharfkantig. Sandige Haiden; Mai, Juni. (S. vulgaris Wimm.) S. skoparius L.

Genista L. Ginster.

1. Oberlippe des Kelches kurz-2zähnig. 2.

— — — — bis auf die Basis 2theilig. 4.

2. Kelch kahl; Stengel wehrlos. Littorale, Krain; Mai, Juni. G. diffusa Willd.

— — behaart. 3.

3. Unterseite und Rand der Blätter, Aeste, Blüthenstiele und Kelch rauhhaarig, Haare abstehend. Mai, Juni. . . . . G. Halleri Regnier.

— — — angedrückt-seidenhaarig. Stengel aufsteigend, mit langen Zweigen. Unterösterreich, Mähren; Mai, Juni. . . . G. procumbens W. et K.

4. Blüthen einzeln oder zu mehreren seitenständig am Stengel und den Zweigen, mit einem Blätterbüschel aus derselben Knospe hervortretend; Kelch, Fahne und Schiffchen seidenhaarig. Auf Sandboden und Haiden; April—Juni. G. pilosa L.

— — in Trauben. 5.

5. Stengel unbedornt. 6.
— — mit Dornen besetzt. 10.

6. Fahne und Schiffchen seidenhaarig; Kelch und Blüthenstiel zottig; Blätter lanzettlich. Littorale; Juni, Juli. . . . . G. sericea Wulf.
Blüthen kahl. 7.

7. Blätter kahl mit durchscheinendem Saume; Aeste geflügelt-3kantig. Nebenblätter pfriemlich, stechend. Krain; Juni . . . G. scariosa Viviani.
— — rauhhaarig oder doch am Rande flaumig. 8.

8. Stengel nebst den Blättern abstehend rauhhaarig; Hülsen dicht-rauhhaarig. Steiermark; Juni, Juli. . . . . G. ovata W. et K.
Aeste nur nach oben und die Blätter nur am Rande flaumig. 9.

9. Stamm kurz, niederliegend; Aeste aufrecht, tief-, fast kantig-gefurcht; Hülsen kahl. Juni, Juli. . . . . G. tinctoria L.
— — aufrecht, nach oben ästig; Aeste stielrund, gleichförmig-gerieft und nur an dem oberen Ende etwas kantig. Littorale; Südtyrol; Juni, Juli.
(G. tinctoria b. elatior Neilr.) G. elatior Koch.

10. Der blattlose, dornige Stengel trägt an seiner Spitze mehrere Blüthentrauben. 11.
Der von der Basis an beblätterte Stengel endigt mit einer einzelnen Blüthentraube. 12.

11. Aestchen rauhhaarig; obere Dornen fiedertheilig, untere einfach; Hülse schief-eiförmig, zottig. Mai, Juni. . . . . G. germanica L.
— — kahl; Dornen meist einfach; Hülsen etwas gekrümmt. Norddeutschland; Mai, Juni. . . . . G. anglica L.

12. Stengel rauhhaarig mit abstehenden Haaren; Dornen zusammengesetzt, abstehend, gerade, steif und 4kantig. Istrien; Juni, Juli. G. dalmatica Bartl.
— — nicht rauhhaarig. 13.

13. Stengel angedrückt-flaumig, einfach; Dornen zusammengesetzt, aufrecht-abstehend, biegsam, fein gerieft; Hülsen eiförmig, behaart. Krain, Littorale; Mai, Juni. . . . . G. sylvestris Scop.
— — nach oben, sowie die Spindel, seidenhaarig-grau; Dornen zusammengesetzt, abstehend, bogig, etwas biegsam, 4kantig. Triest; Mai, Juni.
G. arcuata Koch.

Cytisus* L. Bohnenbaum.

1. Kelch vor dem Aufblühen schlauchförmig, kurzlippig, nach der Entwickelung der Blüthe rundum abspringend; Aeste zu Dornen erhärtend. (Kalykotome Link). Insel Osero; Mai, Juni. . . . . C. spinosus Lam.
— — nicht abspringend. 2.

2. Untere Kelchlippe bis zur Mitte dreispaltig; Stengel geflügelt, 2schneidig, gegliedert; Nebenblätter fehlen. Mai, Juni.
(Genista sagittalis L.) C. sagittalis Koch.

— — dreizähnig. 3.

3. Die Blüthenstiele bleiben nach dem Verblühen stehen, so daß die Pflanze ein besenartiges Ansehen erhält. 4.

— — fallen ab. 5.

4. Das Fähnchen abgerundet-stumpf, seidenhaarig; Deckblättchen linienförmig und pfriemenförmig zugespitzt. Innerkrain; Mai, Juni. C. holopetalus Fleischm.

— — tief-ausgerandet; Schiffchen seidenhaarig, sonst die Blüthe kahl; Deckblättchen eiförmig. Krain, Südtyrol; Mai, Juni. . C. radiatus Koch.

5. Kelchröhre kurz. 6.

— — lang, die Lippen kürzer, als die Röhre. 11.

6. Blüthen in seitenständigen, beblätterten Büscheln. Schweiz, Cant. Tessin; Mai, Juni. . . . . C. glabrescens Sartor.

— — in Trauben. 7.

7. An der Basis des Kelches 3 Deckblätter; die goldgelben Blüthen in aufrechten, endständigen, wenig- (3—6) blüthigen Trauben; Hülsen kahl, länglich. Südtyrol, Oberbaden; Mai, Juni . . . . C. sessilifolius L.

— — keine Deckblätter. 8.

8. Die Blüthen in vielblüthigen, seitlichen, hangenden Trauben. 9.

— — in vielblüthigen, aufrechten, endständigen Trauben. 10.

9. Blüthen- und Blattstiele, Kelch und Hülse mit angedrückt-seidenartigen Haaren. Die obere Naht der Hülse abgestutzt. Krain, Südtyrol rc.; Mai, Juni. (Laburnum vulgare Gris.) C. Laburnum L.

— — und Hülsen kahl. Die obere Naht der letzteren schneidend. Krain, Tyrol; Juni, Juli. . . . . C. alpinus Mill.

10. Trauben eiförmig; Kelch röhrig-glockig, Oberlippe desselben bis an die Basis 2spaltig; Blättchen und Hülsen kahl. Istrien; Mai. C. Weldeni Visiani.

— — verlängert; Kelch kurz-glockig; Oberlippe desselben klein-2zähnig; Unterseite der Blättchen und Hülsen angedrückt-behaart. Kleinstrauch im südlichen und östlichen Deutschland; Juni, Juli. . . . . C. nigricans L.

11. Die Aeste pfriemenförmig, zu Dornen erhärtend; Blüthen seitenständig, einzeln. Istrien; Mai, Juni. . . . . C. spinescens Sieber.

— — wehrlos; Blüthen, wenn seitenständig, in der Regel nicht einzeln. 12.

12. Blüthen alle endständig in Dolden oder Köpfchen. 13.

— — alle seitenständig. 15.

— — an den vorjährigen Zweigen seitenständig zu 2—3 auf langen Blüthenstielen ohne Deckblätter, an den heurigen Trieben endständig in Dolden; Stamm niederliegend, Aeste aufsteigend; rauhhaarig. Krain und Südtyrol; Mai, Juni. . . . . C. prostratus Scop.

13. Stamm und Aeste niederliegend, die Aestchen aufsteigend; Blüthen zu 2—4 in endständigen Dolden. Blättchen unterseits angedrückt-seidenhaarig oder zottig, oberseits kahl. Süd- und Mitteldeutschland; April, Mai. C. supinus L.

— — — aufrecht. 14.

14. Blätter grau von dicht anliegenden Seidenhaaren, lanzettlich; Blüthenstiele, Kelche und Blüthenzweige zottig. Oesterreich, Böhmen; Juli, August.
C. austriacus L.
— — mit einzelnen, abstehenden, weichen Haaren; Blüthenstiele zottig. Süddeutschland. Juni. . . . . C. capitatus Jacqu.
15. Blüthen purpurroth, meist paarweise, groß. Krain, Littorale. April—Juni.
C. purpureus Scop.
— — gelb. 16.
16. Blätter, Zweige und Kelche zottig, mit abstehenden Haaren; Blüthen zu 1—3, seitenständig, bisweilen endständig, köpfig. Krain, Littorale; Mai, Juni.
C. hirsutus L.
— — seidenhaarig, mit anliegenden Haaren; Blüthen zu 1—2 seitlich stehend. Von Augsburg, Regensburg durch Bayern nach Oesterreich. April, Mai.
(C. biflorus L'Herit.) C. Ratisbonensis Schaeff.

Colutea L. Blasenstrauch.

1. Hülsen an der Spitze geschlossen; Blumenkrone gelb; 2—3 m hoch. Oberbaden, Südtyrol. Mai, Juni. . . . . C. arborescens L.
— — an der Spitze offen; Blumenkrone gelb, roth-gestreift; 1—2 m hoch. Um Halle verwildert; Mai, Juni. . . . . C. cruenta Ait.

Robinia L. Schotendorn.

Blüthen weiß, wohlriechend; Zweige und Hülsen kahl; Nebenblätter zu Stacheln umgebildet. Stammt aus Nordamerika; Juni . . R. pseud-acacia L.
— — fleischfarben, geruchlos; Trauben dicht, halb aufrecht; Zweige klebrig, drüsig. Aus Nordamerika; Juni . . . . R. viscosa Vent.
— — rosenroth, sehr groß. Trauben kuglig, hangend; Zweige braunstachlig. Aus Nordamerika; Juni . . . . R. hispida L.

Caragana L. Erbsenstrauch.

Blätter 4—6paarig; Blättchen unterseits flaumhaarig; Nebenblätter mit langer Stachelspitze: Blüthen gelb, büschelig; Hülsen walzig, kahl. April, Mai.
C. arborescens L.

Astragalus L. Tragant.

Schweizer Alpen. Mai, Juni. . . . . A. aristatus L'Herit.

Coronilla L. Kronwicke.

1. Blüthen in 2—3blüthigen, langgestielten Trauben, gelb; Gliederhülsen fast stielrund, 3—8gliedrig, hin und her gebogen. Oberbaden, Tyrol, Voralberg; April, Mai. C. Emerus L.
— — in 5—8blüthigen Dolden; Hülsen 4kantig, 1—4gliederig. Schweiz, Süd-Tirol; Juli, August. . . . . C. minima L.

Ononis L., Hauhechel.

Hülse länger, oder doch so lang, als der Kelch; Blättchen fast kahl; Stämmchen aufstrebend. Juni, Juli . . . . O. spinosa L.
— — kürzer, als der Kelch; Blättchen drüsig behaart; Stämmchen liegend, wurzelnd. Juni, Juli . . . . O. repens L.

56. Caesalpinieae R. Br.

1. Blätter lederartig, immergrün, paarig gefiedert . . . . Ceratonia L.
— — einfach, sommergrün. . . . . Cercis L.
— — einfach gefiedert; Zweige und Aeste mit 3theiligen Dornen; Hülsen aufspringend. . . . . Gleditschia L.
— — einfach oder doppelt gefiedert, mit großen Blättchen; Hülsen nicht aufspringend. . . . . Gymnokladus Lam.

Ceratonia L. Johannisbrod.

Blüthen röthlich-grün, klein, ährenförmig geordnet; Hülsen violettbraun, mit süßem, weichem Fruchtfleisch, bis 16 cm lang. Istrien; August, September. C. Siliqua L.

Cercis L. Judasbaum.

Zierstrauch aus Südeuropa. Blätter herzförmig-rundlich, ganzrandig, kahl; Blüthen rosenroth, in seitenständigen Büscheln. April, Mai. C. Siliquastrum L.

Gleditschia L. Christus-Akazie.

Bäume von 5—10 m Höhe mit verkehrt-eiförmigen Blättchen, grünlichen, polygamischen Blüthen und sehr großen Hülsen. Juli. Gl. triakanthos L.

Gymnokladus Lam.

Bäume mit großen Rispen polygamisch diöcischer, gelblicher Blüthen und großen Fiederblättchen. Aus Nordamerika. . . . G. canadensis Lam.

III.

Bestimmungstabelle der deutschen und einiger häufig cultivirten Holzarten im winterlichen Zustande.

1. Bäume oder Sträucher sind auch im Winter belaubt. 2.
   — — — im Winter nicht belaubt. 15.
2. Blätter nadelförmig. 3.
   — — ausgebreitet, flach, laubig. 11.
3. Nadeln stehen einzeln. 4.
   — — zu zwei oder mehr an einem mit trockenhäutigen Schuppen besetzten Kurztriebe. 7.
4. Nadeln stachelspitzig, oben rinnenförmig ausgehöhlt mit einem weißlichen Spaltöffnungsstreifen in der Mitte, unten grün . . . . *Juniperus communis* L.
   — — nicht stachelspitzig. 5.
5. Nadeln prismatisch, vierkantig, einfarbig-grün, an allen 4 Flächen weiße Spaltöffnungsstreifen *Picea* Lk.
   Nadeln lang zugespitzt, 2—4 Spaltöffnungszeilen in einem Streifen; Zapfen 12—18 cm P. *vulgaris* Lk.
   — — kurzzugespitzt, 3—5 Spaltöffnungszeilen in einem Streifen; Zapfen 4—6 cm lang . P. *alba* Lk.
   — — —, Zapfen 2—3 cm lang . . . . P. *nigra* Lk.
   — — breit und flach, ordnen sich an den Seitenzweigen heliotropisch, zweizeilig. 6.
6. Die Nadeln tragen auf der Unterseite zwei weiße Streifen von Spaltöffnungen . . . . . . *Abies pectinata* Dec.
   — — sind auf beiden Seiten einfarbig grün . *Taxus baccata* L.
7. Zwei Nadeln an einem Kurztriebe. 8.
   Fünf Nadeln in der Scheide. 10.

8. Knospenschuppen von ihrer Mitte an abstehend, die unteren zurückgekrümmt und selbst zurückgerollt, und zwar sogleich vom Anfang ihrer Bildung an; die Nadeln 12—15 cm lang . . *Pinus Pinaster* Ait.
— — angedrückt, wenigstens nicht zurückgerollt. 9.
9. Knospen eiförmig-länglich, von der Mitte an allmälig spitz-zulaufend; Nadeln höchstens 8 cm lang und lauchgrün . . . . *Pinus sylvestris* L.
— — länglich-walzenförmig, fast gleich breit, am Ende plötzlich spitz-zulaufend oder stumpf; Nadeln höchstens 8 cm lang, grün ohne graue Beimischung . . . . *Pinus Mughus* Scop.
— — eiförmig, in einen langen spitzen Schnabel zugeschweift; Nadeln 8—13 cm lang . . . . *Pinus Laricio* Poir.
10. Junge Triebe mit rostgelbem Filz bedeckt; Nadeln steif . . . . *Pinus Cembra* L.
— — — kahl; Nadeln dünn und zart . . . *Pinus Strobus* L.
11. Der Stamm unregelmäßig mit Stacheln besetzt; die Blätter zusammengesetzt, wintergrün . . . *Rubus fruticosus* L. et *R. caesius* L.
— — ohne Stacheln. 12.
12. Stamm mit Luftwurzeln; Blätter mehr oder weniger fünflappig, immergrün . . . . . . *Hedera helix* L.
— — nicht wurzelnd, aufrecht. 13.
13. Blätter am Rande dornig gezähnt; immergrün, lederig, glänzend . . . . *Ilex aquifolium* L.
— — ganzrandig. 14.
14. Blätter länglich-lanzettförmig, wintergrün (fallen bei strengerer Kälte ab) . . . . *Ligustrum vulgare* L.
— — oval, lederartig, immergrün . . . . . *Buxus sempervirens* L.
15. Stamm windend oder kletternd. 16.
— — aufrecht oder doch nur übergebogen oder niederliegend. 18.
16. Stamm windend und hohl; die scheinbare Endknospe gepaart . . . . *Lonicera Periclymenum* L. et *L. Caprifolium* L.
— — kletternd und nicht hohl. 17.
17. Stamm 6kantig und behaart; Knospen feinfilzig *Clematis vitalba* L.
— — rund, höchstens schwach gefurcht, kahl, den Zweigen und Knospen gegenüber eine Ranke. Rinde in Längsfasern sich ablösend . . . . . *Vitis vinifera* L.
— — nicht in Längsfasern sich ablösend . . . *Ampelopsis hederacea* Mich.

18. Stamm und Zweige mit Stacheln oder Dornen besetzt. 19.
— — — ohne Stacheln und Dornen, höchstens laufen einige Zweigspitzen in Dornen aus. 27.

19. Stamm der ganzen Länge nach unregelmäßig mit Stacheln besetzt. 20.
— — mit Dornen oder Stacheln besetzt, die entweder neben oder unter den Knospen stehen, oder als verkümmerte Zweige erscheinen. 22.

20. Stamm aufrecht, gerade. 21.
— — — überhangend oder niederliegend . . *Rubus fruticosus* L. et *R. caesius* L.

21. Stacheln schwach, gerade, pfriemenförmig oder borstlich . . . . *Rubus idaeus* L.
— — stark, kegelförmig, von den Seiten zusammengedrückt, gerade oder zurückgekrümmt . *Rosa* L.

22. Dornen oder Stacheln nur unter den Knospen oder an deren Seiten. 23.
— — — stehen nicht regelmäßig, und nicht selten laufen auch die Zweige in Dornen aus. 25.

23. Knospen eingesenkt, und meist stehen unter jeder zwei braune Stacheln (die umgewandelten Nebenblätter des Laubblattes) . . . . *Robinia pseud-acacia* L.
— — frei und deutlich sichtbar. 24.

24. Unmittelbar unter den kahlen, graubräunlichen Knospen (besonders an üppigen Schößlingen) ein dreizähliger oder einfacher langer und dünner Dorn (umgewandelte Blätter) . . . . . . *Berberis vulgaris* L.
Unter den hellbraunen Knospen stehen häufig einfache, zwei- oder dreizählige, dicke, kegelförmige Stacheln, zwischen welchen und der Knospe eine deutliche Blattnarbe sichtbar ist . . . . . . *Ribes Grossularia* L.

25. Knospenschuppen und junge Zweige mit braunen, am Rande meist silberglänzenden Schüppchen besetzt; Knospen buckelig, umgekehrt eiförmig, rostbraun glänzend . . . . *Hippophaë rhamnoides* L.
— — — ohne Schüppchen, Knospen rundlich oder kegelförmig. 26.

26. Zweige filzig-wollig behaart, rothbraun, mit Lenticellen; Dornen sparsam (oder fehlen bei den cultivirten); Knospen kurz-kegelförmig, filzig, rothbraun . . . . *Mespilus germanica* L.

— — kahl, oder nur die allerjüngsten flaumhaarig; Dornen zahlreich; Knospen rundlich, glänzend hellbraun, kahl . . . . *Crataegus oxyakantha* L. et *C. monogyna* L.

27. Auch die älteren Zweige mit vielen, von über einander liegenden Schuppenkreisen umgebenen Kurztrieben besetzt . . . . *Larix europaea* L.

— — — ohne von Schuppenkreisen umgebene Kurztriebe. 28.

28. Knospen und Zweige an den Nebenaxen zweizeilig gestellt, höchstens an üppigen Schößlingen dreizeilig. 29.

— — — über's Kreuz gestellt (decussirt); an üppigen Schößlingen finden sich zuweilen dreizählige Wirtel, von denen dann die Blätter des dritten Wirtel vertical über denen des ersten stehen. 41.

— — — stehen weder zweizeilig noch decussirt, sondern in Drittel-, Fünftel- oder Achtel-Stellung mit gestreckten Stengelgliedern. 66.

29. Zweige kahl, grün mit braunen Kanten, Seitenknospen angedrückt, flaumig . . . . *Coronilla Emerus* L.

— — stielrund. 30.

30. Die Seitenknospen sind kurzkegelförmig, bis zur Spitze platt an die Axe angedrückt, und, wie diese, kurz-filzig; die Knospenschuppen braun, dunkel gerandet . . . . *Celtis australis* L.

— — mehr oder minder stielrund und stehen wenigstens an der Spitze von der Axe ab. 31.

31. Knospen, so lange sie geschlossen sind, nur von zwei Schuppen bedeckt, deren innere bis zur Spitze hinaufreicht. 32.

— — von mehr als zwei Schuppen bedeckt. 33.

32. Knospen stumpf-eiförmig oder rundlich, roth und nebst den jungen Trieben flaumhaarig . . . . *Tilia grandifolia* Ehrb.

— — eiförmig, grünlich-braun und nebst den jungen Trieben kahl; Seitenknospen abstehend *Tilia parvifolia* Ehrh.

33. Knospen am oberen Ende stumpf abgerundet; ♂ Kätzchen im Herbst angelegt. 34.

— — mehr oder minder spitzig zulaufend. 35.

34. Junge Triebe graugelb oder gelblichbraun, flaumhaarig, mit mehr oder minder zahlreichen rothen, borstenförmigen Drüsenhaaren . . . . . . *Corylus avellana* L.

— — graubraun mit zahlreichen rothen Drüsenhaaren (außerdem fast kahl) und einzelnen länglichen Linsendrüsen . . . . *Corylus colurna* L.

— — hell gelblichgrau (glänzend), wenig behaart, mit nur einzelnen Drüsenhaaren und kleinen weißlichen Lenticellen . . . . *Corylus tubulosa* Willd.

35\. Knospen spindelförmig, Rinde glatt. 36.

— — ei= oder kegelförmig, Rinde an älteren Bäumen borkig. 37.

36\. Knospen bis 25 mm lang, braun, spindelförmig, von der Axe abstehend, seitlich von der Blattnarbe; die inneren lang bewimpert . . . . *Fagus sylvatica* L.

— — aufrecht, 5—10 mm lang, gerade über der Blattnarbe, etwas einwärts gekrümmt, die Axe angedrückt . . . . *Carpinus betulus* L.

37\. Die Knospen ei= oder kurzkegelförmig, schief, schwarz=violett oder dunkel kastanienbraun; Schuppen heller gerandet, von weißlichen oder goldgelben kurzen Haaren gewimpert. Seitenknospen abstehend; Blüthenknospen fast kuglig. 38.

— — hellbraun oder grünlich; Schuppen meist dunkel gerandet. 39.

38\. Korkvorsprünge an den älteren Zweigen; Seitenknospen abstehend . . . . *Ulmus campestris var. suberosa* Ehrh.

Ohne Korkvorsprünge . . . . *Ulmus campestris* L.

39\. Knospen eiförmig, grünlichbraun. 40.

— — vollkommen kegelförmig, hell zimmtbraun und kahl, die einzelnen Schuppen dunkel gerandet und meist etwas gewimpert: die Blüthenknospen herzförmig oder oval, von den Seiten zusammengedrückt . . . . *Ulmus effusa* Willd.

40\. Knospen kahl mit gerader Spitze, Seitenknospen abstehend; Mark eng . . . . *Ostrya vulgaris* Willd.

— — flaumhaarig, meist mit einwärtsgebogener Spitze; Blattnarbe halbkreisförmig . . . . . *Castanea vesca* Gärtn.

41\. Knospen nackt, d. i. nicht von trockenhäutigen Schuppen bedeckt. 42.

— — von trockenhäutigen Schuppen bedeckt. 43.

42\. Seitenknospen anfangs von den Blattkissen der Laubblätter umschlossen, aus welchen später die grünen Spitzen der Knospen abstehend vorragen *Philadelphus coronarius* L.

— — frei, gelblich=weiß mehlig, aufrecht; End=

knospen meist zu einem mehr oder minder entwickelten, am Grunde von Blättern umgebenen Blüthenstande ausgebildet . . . . *Viburnum Lantana* L.

43. Knospen groß, eiförmig, glänzend braun und harzig-klebrig; Seitenknospen abstehend; Zweige häufig gabelig; Mark weit . . . . *Aesculus hippocastanum* L.
— — nicht harzig. 44.

44. Seitenknospen von zwei, anfangs an den Rändern vollkommen vereinigten Knospenschuppen bedeckt, die eine einfache, ringsum geschlossene, nur an der Spitze wenig gespaltene Hülle darstellen. 45.
Schuppen der Seitenknospen von Anfang an deutlich getrennt. 46.

45. Seitenknospen länglich, gegen die Mitte hin bauchig erweitert und zugespitzt, hellbraun oder röthlich-grün, glänzend, angedrückt; Blattnarbe schmal, bandförmig, umfaßt die Seiten der Knospe; junge Zweige graubräunlich . . . . *Viburnum Opulus* L.
— — breit-kegelförmig, grün oder braungrün, matt, wenigstens zum Theil von der Axe abstehend; Blattnarbe halbrund, umfaßt die Seiten der Knospe nicht; junge Zweige grün . . . . *Staphylea pinnata* L.

46. Endknospe verkümmert, durch ein paar Seitenknospen ersetzt; bisweilen wird jedoch eine der letzteren frühzeitig abgestoßen, so daß nur ihre Narbe sichtbar bleibt. 47.
— — entwickelt. 50.

47. Knospen nur von zwei Schuppen umschlossen, bräunlichgrün oder grün, glatt . . . . . . *Staphylea pinnata* L.
— — von mehr als zwei Schuppen umschlossen. 48.

48. Knospen grün, Schuppen gekielt, am Grunde oder an der Spitze zuweilen bräunlich, kahl . . *Syringa vulgaris* L.
— — — roth oder bräunlichroth. 49.
— — — hellbraun, klein, stumpf-vierkantig, weißlich behaart; Schuppen dunkel gerandet, an der Spitze kurz behaart, wenigstens die äußeren mit einem dunklen Gürtel in der Mitte; ältere Zweige korkflügelig . . . . *Acer campestre* L.

49. Knospen groß und kugelig, Endknospen meist paarweis; Mark weit, in älteren Zweigen bräunlich . . . . *Sambucus racemosa* L.

— — kegelförmig; Schuppen breit zugespitzt, mit starkabstehender Spitze; Mark weit, weiß, mit braunen Saftröhren . . . . *Sambucus nigra* L.

50. Knospen nur von zwei, höchstens vier Schuppen bedeckt. 51.

— — von vier oder mehr als vier Schuppen bedeckt. 55.

51. Knospen hellbraun, kahl, am Grunde von der stehengebliebenen, stengelumfassenden Basis des Laubblattes umhüllt . . . . *Lonicera coerulea* L.

— — — nicht von der Blattbasis umgeben. 52.

52. Knospen halbkugelig, mit breiter Basis aufsitzend, stumpf-vierkantig; Knospenschuppen lederartig. 53.

— — kegelförmig, filzig; Seitenknospen kurzgestielt (der Stiel aber meist vom Blattkissen bedeckt); Blüthenknospen bisweilen anders gestaltet. 54.

53. Knospenschuppen schwarz, matt, ohne deutliche Behaarung; Blattnarbe hufeisenförmig; junge Zweige aschgrau . . . . *Fraxinus excelsior* L.

— — grünlich braun, mit deutlicher weißer Behaarung . . . . *Fraxinus Ornus* L. (*Ornus europaea* Pers.)

54. Die jungen Zweige einseitig blutroth; Seitenknospen lang, angedrückt; die äußersten Knospenschuppen blattartig, am Rande gekerbt, locker zusammenschließend . . . . *Cornus sanguinea* L.

— — — grün oder bräunlich; Seitenknospen abstehend, feinfilzig; Blüthenknospen kugelig, gelblich, gestielt, am Grunde von mehreren Schuppenpaaren umgeben . . . . *Cornus mascula* L.

55. Alle Zweige mit großen schwarzbraunen Warzen besetzt . . . . *Evonymus verrucosus* Scop.

— — ohne Warzen. 56.

56. Knospen spindelförmig, lang, spitz, grün-röthlich, gegen die Spitze hin meist gebogen . . . . . *Evonymus latifolius* Scop.

— — kegel- oder eiförmig, mit gerader Spitze, oder stumpf. 57.

57. Die Knospenschuppen umgeben die Knospen locker, so daß sie sich leicht von der Spindel entfernen lassen, und meist mit der Spitze abstehen. 58.

— — schließen fest zusammen. 63.

58. Die äußeren Knospenschuppen sind bräunlich oder bräunlich-gelb, trocken und häutig; Zweige gelblich-grau. 59.

— — — rothbraun, röthlich oder bräunlich-grün, blattartig. 61.

59. Die inneren Knospenschuppen lang behaart, breit, die äußeren deutlich bewimpert; die Seitenknospen stehen weit von der Axe ab . . . . *Lonicera xylosteum* L.

— — — kahl, die äußeren schwach bewimpert. 60.

60. Seitenknospen fast rechtwinklig von der Axe abstehend, kahl, schwärzlich; schwacher Strauch . . *Lonicera nigra* L.

— — aufrecht, fast angedrückt, kahl, bräunlich-grün; stärkerer Strauch . . . . *Lonicera alpigena* L.

61. Endknospen rundlich-herzförmig, deutlich vierkantig, wie die Zweige; Seitenknospen abstehend; Markröhre im Querschnitte rautenförmig . . *Evonymus europaeus* L.

— — eiförmig oder kegelförmig; Markröhre auf dem Querschnitte kreisrund. 62.

62. Seitenknospen an die Axe angedrückt, kahl, grün oder bräunlich-grün; Schuppen spitz; Blattnarbe klein; Zweige graubräunlich . . . . *Ligustrum vulgare* L.

— — von der Axe abstehend, violettroth; Blattnarbe groß; Markröhre sehr weit, Mark stets weiß *Sambucus nigra* L.

63. Knospen kegelförmig, spitzig, schwarzbraun; ihre Schuppen fein gewimpert; Seitenzweige oft in Dornen auslaufend . . . . *Rhamnus kathartica* L.

— — eiförmig oder rundlich, meist stumpf; die Endknospen mehr oder minder deutlich stumpf-vierkantig, da die äußeren Knospenschuppen gewöhnlich, wenigstens gegen die Spitze hin, gekielt sind. 64.

64. Knospen etwas spitz; Schuppen gelbgrün mit schwarzbraunem Rande und fast schwarzer Spitze; Seitenknospen abstehend; Zweige graubräunlich *Acer pseudo-platanus* L.

— — stumpflich, vielschuppig; Schuppen rothbraun oder roth, gegen den Rand hin heller, mit deutlich abgesetzter Spitze; die Seitenknospen angedrückt, unten am Zweige armschuppig . . *Acer platanoides* L.

— — braun, am Rande dunkler, oder ganz dunkelbraun; die Seitenknospen klein und abstehend. 65.

65. Knospen und Zweige ganz dunkelbraun, länglich, vielschuppig, fast kahl; Seitenknospen anliegend *Acer monspessulanum* L.
— — hellbraun, gegen die Spitze dunkler, mit sehr kurzen, weißlichen Härchen besetzt; die äußeren Knospenschuppen mit einem dunklen Gürtel in der Mitte; Seitenknospen abstehend; die 2—5 jährigen Zweige mit Korkleisten geflügelt (häufig strauchförmig) . . . . *Acer campestre* L.
66. Zweige grün, ruthenförmig, und winkelig-kantig, fast geflügelt; Knospen zweitheilig . . . . . *Sarothamnus skoparius* L.
— — ohne vorspringende Kanten. 67.
67. Knospen nackt, aus den gefalteten, filzig-behaarten Blättern gebildet . . . . *Rhamnus frangula* L.
— — mit Schuppen bedeckt. 68.
68. Seitenknospen gestielt, d. h. zwischen der Blattnarbe und dem Ansatze der ersten Knospen- oder Deckschuppe befindet sich eine deutlich erkennbare Axe. 69.
— — ungestielt. 73.
69. Die Knospen werden nur von den beiden stark entwickelten Nebenblättern des ersten und einem Nebenblatt des zweiten Blattes bedeckt (Bäume). 70.
— — werden von mehreren echten Knospenschuppen bedeckt (Sträucher). 71.
70. Die Rinde grau-weißlich, die jungen Triebe nach der Spitze hin fein-filzig, behaart, Knospen wenig oder nicht bereist, stumpfspitzig . . . . . . *Alnus incana* L.
— — schwärzlich-braun, die jungen Triebe kahl, Knospen gestielt, bläulichweiß, bereift, abgerundet *Alnus glutinosa* L.
71. Holz stark und unangenehm riechend, Knospenschuppen filzig und mit gelben Oeldrüsen besetzt *Ribes nigrum* L.
— — geruchlos. 72.
72. Knospen dunkel-rothbraun . . . . *Ribes rubrum* L.
— — — hell-gelbbraun . . . . *Ribes alpinum* L.
73. Die Knospenschuppen umgeben die Knospen lose; das Blattkissen stark polsterartig verdickt, deutlich von der Axe abstehend; Zweige grün oder weißlich-grau. 74.
— — 2 oder 3 schließen fest an einander; Zweige braun oder graubraun. 75.
74. Knospen weißfilzig, silberglänzend; Seitenknospen etwas abstehend . . . . *Cytisus Laburnum* L.

— — klein, bräunlich-gelb behaart; Seitenknospen angedrückt; Holz trocken citronengelb . *Colutea arborescens* L.

75. Blattnarbe groß und dreilappig; Knospen halbkugelig, ungleich groß; die äußeren Knospenschuppen olivengrün, mit harzartiger, aromatischer Absonderung in Form kleiner Körnchen, die inneren graufilzig; Mark aus Lamellen bestehend *Juglans regia* L.
Blattnarbe und Knospe anders gebildet. 76.

76. Die Knospen sind von zwei an den Rändern vollkommen verwachsenen Schuppen bedeckt, die sich nur an der der Axe zugekehrten Seite von einander trennen, so daß beide zusammen als ein Ganzes abfallen. 111.
— — sind von zwei getrennten Schuppen bedeckt. 77.
— — von mehr als zwei Schuppen bedeckt. 78.

77. Knospen kegelförmig, etwas längs-runzelig, kastanienbraun, kahl; an der Basis eine dunkle Kreislinie; die zwei gleich großen Knospenschuppen stehen einander gegenüber und berühren sich vollständig mit ihren Rändern; Zweige mit feinen Lenticellen . . . . *Platanus occidentalis* L.
— — eiförmig zugespitzt, dunkelbraun, nicht gestielt; die äußere (kleinere) der beiden Knospenschuppen umfaßt mit ihren Rändern die zweite (ein Nebenblatt des ersten Blattes) . . . . *Alnus viridis* Dec.
— — klein, eine kurze vierseitige Pyramide mit etwas zugeschweifter Spitze; bei vorgeschrittener Entwickelung erscheinen zwischen den beiden äußersten Knospenschuppen noch zwei innere. . *Rhus Cotinus* L.

78. Knospen klein, fast kugelig, in eine deutliche Spitze endigend, hellbraun, kahl; Knospenschuppen breit ausgerandet; Seitenknospen abstehend . . *Morus alba* L.
— — eiförmig oder halbkugelig, zuweilen mehr oder weniger zugespitzt. 79.
— — (Laubknospen) kegel- oder spindelförmig (wenn die Knospenschuppen oben auseinander treten, um den jungen Trieb hindurch zu lassen, erscheinen sie zuweilen oben etwas abgestumpft, aber doch stets deutlich kegelförmig). 95.

79. Knospen heller oder dunkler braun, an Rändern und Spitze der Knospenschuppen fein weißlich behaart; Blattnarbe mit mehr als 3 Gefäß-

bündeln; Rinde alter Stämme dick, längsrissig, borkig; Mark sternförmig; Holz ringporig. 80.
— — kahl, Knospenschuppen höchstens am Rande bewimpert; Blattnarbe mit höchstens 3 Gefäßbündeln. 83.

80. Zweige kahl. 81.
— — wenigstens gegen das Ende hin behaart. 82.

81. Knospen eiförmig, zuweilen etwas zugespitzt, braun, an der Spitze fast kahl . . . . . . *Quercus pedunculata* Ehrh.
— — länger zugespitzt, rehbraun, an der Spitze deutlich weiß behaart . . . . *Quercus sessiliflora* Ehrh.

82. Knospen eiförmig, wenig und locker schuppig, von mehreren stehengebliebenen, fadenförmigen Nebenblättern umgeben; Seitenknospen angedrückt, gerade . . . . *Quercus Cerris* L.
— — meist stumpf-zugespitzt, filzig, höchstens von 2 fadenförmigen Nebenblättern umgeben; Seitenknospen abstehend, schief . . . . *Quercus pubescens* Willd.

83. Knospenschuppen durch Wachsharz verklebt (die beiden äußersten sind wahre Knospenschuppen, die folgenden Nebenblätter). 84.
— — nicht verklebt. 87.

84. Kleinstrauch mit hingestreckten, wurzelnden Aesten *Betula nana* L.
Sträucher mit aufrechten Aesten, oder Bäume. 85.

85. Zweige behaart, ohne Harzabsonderung; das weiße Periderma bis zur Basis des Stammes in dünnen Querstreifen abblätternd . . . . *Betula pubescens* Ehrh. (*B. alba auct.*)
— — kahl, oder zwischen den Haaren mit kleinen Höckerchen von Wachsharz. 86.

86. Strauch; Zweige stets behaart, mit reichlicher Harzabsonderung; Knospen mit ungleich langen Schuppen . . . . *Betula fruticosa* Pall.
Baum; junge Zweige kahl oder behaart mit weißlicher Harzabsonderung; Rinde der Stämme (vom 6.—8. Jahre an) weiß, das Periderma löst sich in dünnen Querstreifen ab; Stammbasis längsrissig borkig . . . . *Betula verrucosa* Ehrh.

87. Knospen glatt oder sehr fein runzelig, glänzend; Knospenschuppen rothbraun oder grün und braun gesäumt. 88.
— — matt; die Knospenschuppen runzelig, roth

braun oder grünlich, oder hell und dunkelbraun gescheckt. 89.

88. Knospen groß, stumpf-eiförmig; die Spitze der Schuppen tritt kaum hervor. Baum mit abblätternder Rinde . . . . *Sorbus torminalis* Crantz.

— — zugespitzt; die Spitzen der Knospenschuppen treten deutlich hervor. Strauch . . . . . . *Pirus chamaemespilus* Ehrh.

89. Knospenschuppen, wenigstens die äußeren, und namentlich die der Terminalknospen, ihrer gauzen Länge nach gekielt, außerdem höchstens einige stärkere mit Längsrunzeln; die Blattnarbe mit nur einem deutlichen Gefäßbündel. Kleine Sträucher. 90.

— — höchstens an der Spitze etwas gekielt, über die ganze Fläche runzelig; Blattnarbe mit mehreren Gefäßbündeln. 91.

90. Knospen dunkel-braunroth, seitliche Laubknospen klein, halbkugelig, etwas zugespitzt, über die Blattnarbe emporgerückt; Blüthenknospen groß, eiförmig; die elliptische Blattnarbe in der Mitte mit einem deutlichen Gefäßbündel . . . . . *Daphne Mezereum* L.

— — braun oder bräunlich-grün, eiförmig, stumpf; Blattnarbe klein; eine deutliche Gefäßbündelspur; Seitenknospen abstehend . . . . *Spiraea salicifolia* L.

91. Seitenzweige laufen meist in Dornen aus, und stehen fast unter einem rechten Winkel ab; die kleinen halbkugeligen Blüthenknospen stehen gehäuft über der Blattnarbe. Strauch . . . . *Prunus spinosa* L.

— — laufen nicht in Dornen aus. 92.

92. Ueber jeder Blattnarbe meist drei hell- und dunkelbraun gescheckte Knospen, deren äußerste Schuppe gegen die Spitze hin stark gekielt ist. Kleiner Strauch mit hell-bräunlich grauen Zweigen *Amygdalus nana* L.

— — in der Regel nur eine Knospe. Bäume oder starke Sträucher. 93.

93. Zweige kahl, das graue, seidenglänzende Periderma löst sich in dünnen Querstreifen ab. 94.

— — flaumhaarig, Knospen eiförmig, zugespitzt; Seitenknospen abstehend . . . . *Prunus Mahaleb* L.

94. Knospen eiförmig, etwas zugespitzt. Starker Baum . . . . *Prunus avium* L.

— — eikegelförmig, stumpf, glänzend. Kleiner Baum oder Strauch . . . . *Prunus Cerasus* L.

95. Knospen spindelförmig, und namentlich die Endknospe langgestreckt. 96.
— — kegelförmig. 97.

96. Knospenschuppen deutlich gerunzelt, stachelspitzig, sehr kurz oder nicht bewimpert, dunkelbraun, lichter gerandet, die äußersten an der Spitze meist silberweiß; Knospen mit gerader Spitze, braun, Saum heller; Rinde mandelartig duftend *Prunus padus* L.
— — kaum gerunzelt, am lichteren Rande durch lange, weiße Härchen bewimpert, die äußersten braun, die folgenden (oder alle) rothbraun; Spitze der Knospen meist zur Seite gebogen . . . . *Amelanchier vulgaris* Mnch. (*Aronia rotundifolia* Pers.)

97. Seitenknospen klein, am Grunde von dem polsterartig von der Axe abstehenden Blattkissen scheidenförmig umgeben, und oft noch seitlich von den stehengebliebenen Nebenblättern umschlossen. 98.
— — nicht scheidenartig von dem Blattkissen umgeben. 100.

98. Innere Knospenschuppen an der Spitze rostgelbfilzig, so daß die in der Entwickelung vorgeschrittenen Knospen, oder wenn man die äußersten Schuppen hinwegnimmt, an der Spitze rostgelbfilzig erscheinen; äußere Knospenschuppen braun oder rothbraun, mehr oder minder weiß-filzig . *Cydonia vulgaris* Pers.
— — ohne rostgelben Filz. 99.

99. Jüngere Zweige rothbraun und kahl, höchstens gegen die Spitze hin etwas graufilzig. Kleiner Strauch . . . . *Cotoneaster vulgaris* Lindl.
Alle jüngeren Zweige der ganzen Länge nach filzig. Starker Strauch oder Baum . . . . *Mespilus germanica* L.

100. Die äußeren Knospenschuppen mit einer in der Mitte deutlich vortretenden Spitze. 101.
— — ohne vortretende Spitze in der Mitte. 108.

101. Die Knospenschuppen kurz-flaumhaarig oder kahl, höchstens am Rande bewimpert, oder stellenweise mit ganz kurzen glänzenden Härchen besetzt. 102.
— — wenigstens an der Spitze lang-filzig behaart. 106.

102. Knospenschuppen dunkelbraun mit hellerem zerschlitztem Rande; Knospen spitzig, an der Spitze

zuweilen mit einzelnen abstehenden Haaren; Seitenknospen abstehend. 103.

— — am Rande nicht zerschlitzt. 104.

103. Die jungen Zweige kahl, mit Lenticellen . . *Prunus domestica* L.

— — — — flaumhaarig, ohne Lenticellen . *Prunus insititia* L.

104. Seitenknospen angedrückt, kurz, stumpflich; Knospenschuppen am Grunde hellbraun oder roth, gegen die Stachelspitze hin dunkelbraun oder schwärzlich, graufilzig; untere Zweige laufen häufig in Dornen aus, die Rinde alter Bäume blättert in Schuppen ab . . . . *Pirus malus* L. *var. sylvestris.*

— — ei-kegelförmig, graufilzig, bräunlich . . *Persica vulgaris* Mill.

— — abstehend. 105.

105. Knospenschuppen roth oder gelb-grünlich, braun gerandet, breit, stachelspitzig; Knospen, namentlich die Endknospen, groß, kahl und glänzend, und, wenn sie sich öffnen, an der Spitze klebrig; Seitentriebe ohne Dornen; Rinde etwas abblätternd . . . . *Sorbus domestica* L.

— — am Grunde hellbraun oder roth, gegen die Spitze hin dunkelbraun bis schwärzlich, kaum glänzend, zuweilen an der Spitze oder Basis mit silberweißen oder goldgelben, glänzenden, ganz kurzen Härchen besetzt; Knospen kegelförmig, spitz. Rinde alter Bäume längs-rissig . . . . . *Pirus communis* L.

(An der wilden Form (var. sylvestris) die Zweige häufig in Dornen auslaufend.)

— — graubraun; Knospen stumpf und besonders gegen die Spitze hin (wie die jungen Zweigenden) grau-flaumhaarig . . . . *Pirus nivalis* L.

106. Knospen, namentlich die Endknospen, lang und allmählig zugespitzt. 107.

— — kurz und stumpf, nur gegen die Spitze hin graufilzig; die äußeren Knospenschuppen kastanienbraun oder röthlich, gegen die Spitze hin dunkler und fast kahl; Rinde alter Bäume in Schuppen abblätternd . . . . *Pirus malus* L. *var. culta.*

107. Die Knospenschuppen dunkel-schwarzbraun, lederig, dicht-seidenfilzig . . . . *Sorbus aucuparia* L.

— — kastanienbraun, breit, die äußeren schwachfilzig, so daß die Knospen nur an der Spitze dicht-graufilzig erscheinen . . . . *Sorbus hybrida* L.

— — grünlich, braun gerandet, wenig filzig, so

daß die Grundfarbe zwischen den Haaren deutlich sichtbar ist; Seitenknospen abstehend . . *Sorbus Aria* L.

108. Knospen klein, am Grunde mehlig-behaart; die tiefste Schuppe außen, über der Blattnarbe, inserirt; die Rinde der Stämme weißlich grau *Populus alba* L. et *P. canescens* Sm.

— — ziemlich gestreckt, braun und ganz kahl. 109.

109. Knospen glänzend braun, wenig oder nicht harzig; Laubknospen vollkommen kegelförmig, spitz. Blüthenknospen dick, kugelig, öffnen sich frühzeitig, worauf an ihrer Spitze der silbergraue Filz der Blüthendeckschuppen hervorragt; Rinde der jüngeren Stämme graulich-weiß oder etwas ins Grüngelbe ziehend, rautenförmig aufgerissen . . . . *Populus tremula* L.

— — glänzend hellbraun, harzig, an den Seiten höckerig; die Rinde der Stämme und Aeste erscheint frühzeitig borkig. 110.

110. Aeste an den Stamm angedrückt, oder sehr spitzwinklig abstehend . . . . *Populus pyramidalis* Roz.

— — sperrig . . . . *Populus nigra* L.

111. Zweige kahl und glänzend. 112.

— ganz oder doch gegen das Ende behaart. 114.

112. Knospen stumpf und kurzkegelförmig, kaum zusammengedrückt, mit vom Zweige abstehender Spitze, hell- oder dunkelbraun mit hellerem Grunde; Baum . . . . *Salix pentandra* L.

— — lang-kegelförmig, spitzig; Seitenknospen angedrückt. 113.

113. Knospen schwarzbraun, glänzend, wenig zusammengedrückt, 5zeilig; Zweige an der Anheftungsstelle brüchig; Baum . . . . . . *Salix fragilis* L.

— — roth, fast gleich breit, nach außen und innen fast gleichmäßig gewölbt; häufig zwei Knospen auf fast gleicher Höhe einander gegenüber; Zweige nicht brüchig. Strauch . . . . *Salix purpurea* L.

— — hellbraun, nach außen gewölbt, nach innen ganz flach, 8zeilig; Zweige nicht brüchig; Strauch . . . . *Salix amygdalina* L.

114. Knospen alle gleich, klein und kegelförmig. 117.

— — ungleich groß, die Blüthenknospen eiförmig oder fast herzförmig mit abstehender

Spitze; die Laubknospen kleiner, kegel- oder stumpf-eiförmig und angedrückt. 115.

115. Blüthenknospen dunkelbraun, die Laubknospen stumpf-eiförmig und rothbraun, beide kahl, glänzend; Zweige flaumhaarig. 116.

— — gelb und roth oder braun gescheckt, zottig; Laubknospen kegelförmig; die jüngsten Zweige zottig. Baum . . . . *Salix daphnoides* Vill.

116. Die Blüthenknospen gleichmäßig an den schlanken Zweigen vertheilt, groß; Gipfelknospe etwas gebogen. Baum . . . . *Salix caprea* L.

— — zusammengedrängt an den zahlreichen Kurztrieben. Strauch . . . . *Salix aurita* L.

117. Die jüngsten Zweige nur am Ende mit seidenglänzenden, anliegenden Haaren besetzt; Seitenknospen angedrückt, röthlichgelb, 8zeilig. Baum *Salix alba* L.

— — ihrer ganzen Länge nach mit kurzem Flaumhaar überzogen. 118.

118. Der Haarüberzug der Zweige rauh-flaumig; die Knospen stumpf-kegelförmig und besonders am Grunde lang-silberglänzend behaart. Strauch *Salix nigricans* Sm.

— — weich-flaumig; die Knospen fast eiförmig mit ganz kurzem Flaumhaar bedeckt; Seitenknospen angedrückt. Strauch . . . . . . *Salix viminalis* L.

Alphabetisches Namen- und Sachregister.

A.

B.

C.

G.

J.

K.

M.

Q.

Register zu den alphabetischen Bestimmungstabellen.

Berlin, Druck von W. Büxenstein.

